

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151
eISSN 2782-2109

№ 1 Т. 15
2025

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



ISSN (PRINT) 2542-0151
ISSN (ONLINE) 2782-2109

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 15, № 1

САМАРА
2025

Главный редактор – д.т.н., профессор А.К. СТРЕЛКОВ

Заместитель главного редактора по направлению «Строительство» – д.т.н., профессор В.И. КИЧИГИН

Заместитель главного редактора по направлению «Архитектура» – к.арх., профессор В.А. САМОГОРОВ

Ответственный секретарь – к.филол.н. М.С. ДОСКОВСКАЯ

Редакционная коллегия:

С.Ю. АНДРЕЕВ, д.т.н., профессор (Пенза)

И.И. АРТЮХОВ, д.т.н., профессор (Саратов)

Е.А. АХМЕДОВА, д. арх., профессор

Ю.П. БОЧАРОВ, д. арх., профессор (Москва)

А.Л. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)

В.В. ВАХНИНА, д.т.н., профессор (Тольятти)

А.Л. ГЕЛЬФОНД, д. арх., профессор (Н. Новгород)

В.П. ГЕНЕРАЛОВ, к. арх., профессор

А.И. ДАНИЛУШКИН, д.т.н., профессор

В.В. ЕЛИСТРАТОВ, д.т.н., профессор (С.-Пб.)

В.Н. ЗЕНЦОВ, д.т.н., профессор (Уфа)

Т.В. КАРАКОВА, д. арх., профессор

А.А. КУДИНОВ, д.т.н., профессор

И.В. ЛИПАНОВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)

Н.Д. ПОТИЕНКО, к. арх., доцент

А.А. ПРОКОПОВИЧ, д.т.н., доцент

В.А. СЕЛЕЗНЕВ, д.т.н., профессор (Тольятти)

С.В. СТЕПАНОВ, д.т.н., доцент

К.Л. ЧЕРТЕС, д.т.н., профессор

Н.Г.ЧУМАЧЕНКО, д.т.н., профессор

В.А. ШАБАНОВ, к.т.н., профессор

Д.А. ШЛЯХИН, д.т.н., доцент

А. БОРОДИНЕЦ, D.Sc., профессор (Рига, Латвия)

З. ВОЙЧИЦКИ, D.Sc., профессор (Вроцлав, Польша)

Г. РАДОВИЧ, D.Sc. arch., профессор (Подгорица, Черногория)

М. КНЕЗЕВИЧ, D.Sc., профессор (Подгорица, Черногория)

Я. МАТУШКА, Ph.D, доцент (Пардубице, Чешская Республика)

А. МОЧКО, Ph.D, доцент (Вроцлав, Польша)

С. ОГНЕНОВИЧ, Ph.D, профессор (Скопье, Македония)

М. ПРЕМРОВ, D.Sc., профессор (Марибор, Словения)

Д. САФАРИК, главный редактор STBUN Journal (Чикаго, США)

Editor in Chief – D. Eng., Prof. A.K. STRELKOV

Deputy Editor (Construction) – D. Eng., Prof. V.I. KICHIGIN

Deputy Editor (Architecture) – PhD in Architecture, Prof. V.A. SAMOGOROV

Executive Secretary – PhD in Philology M.S. DOSKOVSKAYA

Editorial Board

S.Yu. ANDREEV, D. Eng., Prof. (Penza)

I.I. ARTYUKHOV, D. Eng., Prof. (Saratov)

E.A. AKHMEDOVA, D. Arch., Prof.

Y.P. BOCHAROV, D. Arch., Prof. (Moscow)

A.L. VASILYEV, D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)

V.V. VAKHINA, D. Eng., Prof. (Tolyatti)

A.L. GELFOND, D. Arch., Prof. (Nizhny Novgorod)

V.P. GENERALOV, PhD in Architecture, Prof.

A.I. DANILUSHKIN, D. Eng., Prof.

V.N. ELISTRATOV, D. Eng., Prof. (Saint Petersburg)

V.N. ZENTSOV, D. Eng., Prof. (Ufa)

T.V. KARAKOVA, D. Arch., Prof.

A.A. KUDINOV, D. Eng., Prof.

I.V. LIPATOV, D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)

N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, Ass.Prof.

A.A. PROKOPOVICH, D. Eng., Ass. Prof.

V.A. SELEZNEV, D. Eng., Prof. (Tolyatti)

S.V. STEPANOV, D. Eng., Ass. Prof.

K.L. CHERTES, D. Eng., Prof.

N.G. CHUMACHENKO, D. Eng., Prof.

V.A. SHABANOV, PhD in Engineering, Prof.

D.A. SHLYKHIN, D. Eng., Ass. Prof.

A. BORODINECS, D.Sc., Prof. (Riga, Latvia)

Z. WOJCICKI, D.Sc., Prof. (Wroclaw, Poland)

G. RADOVIC, D.Sc. arch., Prof. (Podgorica, Montenegro)

M. KNEZEVIC, D.Sc., Prof. (Podgorica, Montenegro)

J. MATUŠKA, Ph.D., Ass. Prof. (Pardubice, Czech Republic)

A. MOCZKO, Ph.D., Ass. Prof. (Wroclaw, Poland)

S. OGNJENOVIC, Ph.D., Prof. (Skopje, Macedonia)

M. PREMROV, D.Sc., prof., (Maribor, Slovenia)

D. SAFARIK (Chicago, the USA)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-68052 от 13 декабря 2016 года

Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал индексируется в системе РИНЦ

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: 70570

Научное издание

Редактор Г.Ф. Коноплина

Корректор, дизайн обложки: М.В. Веселова

Подписано в печать 17.03.2025 г. Выпуск в свет 24.03.2025 г.

Формат 60х90 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.

Печ. л. 26. Тираж 300 экз. Заказ № 2149

Адрес издателя: 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Адрес редакции: 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 307

Телефон: (846) 242-36-98; 8-927-651-07-09

Интернет-сайт: <https://journals.eco-vector.com/2542-0151/index>

Отпечатано в типографии ООО «Слово»:

443070, г. Самара, ул. Песчаная, 1; тел. (846) 267-36-82

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- 4 Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Васючкин Г.Р. Новая вязаная сетка для косвенного армирования бетона сжатых элементов
- 11 Князькина Е.В., Гужова О.А. Особенности конструкции балок для монтажа колоколов в храме

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- 18 Еремин А.В., Брагин Д.М. Тепломассоперенос в канале с оребрением на основе трижды периодической поверхности типа SCHOEN'S IWP
- 27 Зеленцов Д.В., Глинская А.А. Применение фреонов в качестве рабочей жидкости в тепловых трубах теплообменников систем вентиляции
- 32 Хомутов А.О., Усачев А.П., Рулев А.В. Разработка метода постоянного мониторинга производительности двухступенчатого фильтра с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- 39 Галицкова Ю.М. Анализ причин возникновения аварийных ситуаций на газовых трубопроводах
- 45 Евдокимов С.В., Орлова А.А. Анализ сценариев возможного развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях
- 51 Закирова М.Н., Которыгин Н.В., Закиров Д.Р. Исследование сезонной динамики морфологического состава твердых коммунальных отходов урбанизированных территорий

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- 58 Бутовка А.Н., Кретов Д.А., Морозова С.С. Применение стеклопластиковых труб в системах водоотведения: свойства материала и обзор нормативных требований
- 69 Дриккер Б.Н., Протазанов А.А., Ситников Д.А. Альтернативный способ предотвращения минеральных отложений

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- 75 Житов Р.Г., Душников Н.А., Лукин А.С., Небратенко Д.Ю. Особенности реологических свойств органических вяжущих после транспортировки в твердом виде
- 83 Фролов Е.И., Демидов Р.В., Анцев М.А. Использование боя керамогранитной плитки как замена мелкого заполнителя в тяжелых бетонах

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

- 90 Гужова О.А., Дидковская О.В., Хайруллин М.Ф. Проведение работ по утеплению фасада зданий в зимний период

АРХИТЕКТУРА

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

- 95 Вайтенс А.Г. Идеи и предложения архитектора-градостроителя А.В. Махровской (1917 – 1997) по реконструкции старых жилых районов и кварталов крупных городов
- 107 Снитко А.В. Особенности архитектурных образов исторических промышленных городов Центральной России
- 116 Субботин О.С. Ландшафтный урбанизм и организация пространственной среды: эволюция и новые реальности

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 126 Генералова Е.М., Тимерханова К.Р. Проблемы и приемы формирования баланса территории: концепция трехмерного компактного города
- 139 Гельфонд А.Л., Пирогов Д.А. Событийный подход к формированию архитектуры быстровозводимых объектов социальной инфраструктуры
- 154 Горшкова Г.Ф., Гоголева Н.А. Эволюционная сущность феномена архитектурного пространства
- 161 Метленков Н.Ф., Шашель Г.С. Культурная идентичность через парадигму музеефикации архитектурного наследия
- 174 Тутьшкин Е.Ю. Архитектурная типология зданий и комплексов технопарков по результатам архитектурного обследования 110 объектов в России

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

- 180 Антюфеев А.В., Молоткова В.А. Архитектурно-градостроительное экспонирование объектов военной истории Сталинградской битвы
- 188 Птичникова Г.А., Казакова А.В. Светоурбанистическое проектирование пространства городских событий (на примере проекта «Мост Памяти» в городе-герое Волгограде)
- 196 Юнис А. Архитектурная методика комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в городах Сирии
- 207 ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ
И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ



Н. А. ИЛЬИН
Д. А. ПАНФИЛОВ
Г. Р. ВАСЮЧКИН

НОВАЯ ВЯЗАНАЯ СЕТКА ДЛЯ КОСВЕННОГО АРМИРОВАНИЯ БЕТОНА СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

NEW KNITTED MESH FOR INDIRECT CONCRETE REINFORCEMENT OF COMPRESSED ELEMENTS

В статье предложено новое конструктивное решение, относящееся к области железобетонных конструкций, в частности к арматурным изделиям железобетонных конструкций в виде плоской двухрядной вязаной сетки «зигзаг» косвенного вооружения бетона сжатых элементов, например железобетонных колонн, стоек и опор здания или сооружения. Новое конструктивное решение представляет собой: рациональное изготовление вязаной арматурной сетки «зигзаг», усовершенствование конструктивной формы арматурной сетки, сокращение числа резок проволоки и сварочных работ, снижение расхода стали, снижение трудозатрат и стоимости арматурной сетки.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, сжатые элементы, вязаная сетка, косвенное армирование бетона, рациональное конструирование, усовершенствование формы арматурной сетки, снижение расхода стали, снижение трудозатрат, экономия стали, повышение прочности и огнестойкости сжатых элементов, совершенствование теории сопротивления сжатых элементов

В настоящее время в строительстве широко применяют железобетонные конструкции из обычного и преднапряженного железобетона. Одним из эффективных путей получения экономии бетона и арматуры является косвенное вооружение бетона. В конце прошлого и начале нынешнего столетия учеными и инженерами выполнены

The article presents a new design solution related to the field of reinforced concrete structures, in particular to reinforcing products of reinforced concrete structures in the form of a flat double-row knitted mesh “zigzag” indirect armament of concrete compressed elements, for example, reinforced concrete columns, pillars and supports of a building or structure. The new design solution is: rational manufacture of knitted reinforcement mesh “zigzag”, improvement of the structural shape of the reinforcement mesh, reduction of the number of wire cuts and welding operations, reduction of steel consumption, reduction of labor costs and cost of reinforcement mesh.

Keywords: reinforced concrete structures, compressed elements, knitted grids, indirect reinforcement of concrete, rational design, improvement of the shape of the reinforcing mesh, reduction of steel consumption, reduction of labor costs, saving steel, increase in strength and fire resistance of compressed elements, improvement of the theory of resistance of compressed elements

значительные теоретические и экспериментальные исследования различных способов косвенного армирования железобетонных конструкций.

Важное значение приобретает совершенствование метода исследования железобетонных конструкций, теории их расчета, а также результаты новых конструктивных форм [1–7].

Одной из актуальных задач проектирования железобетонных конструкций является достижение их долговечности и огнестойкости [1, 4]. Для повышения долговечности и огнестойкости железобетонной конструкции важно увеличение их прочности, что достигается применением высокопрочных бетонов и рациональным армированием бетона различной арматурой (продольной, поперечной, косвенной).

Рациональное проектирование железобетонных конструкций с косвенным вооружением бетона, армированной стали показано в работах [3–7].

Косвенное вооружение бетона сжатых железобетонных элементов позволяет повысить нагрузку, уменьшить размеры сечения колонн, снизить расход бетона и арматурной стали.

Известно армирование концевых участков стыкуемых железобетонных колонн, где установлено косвенное вооружение бетона в виде сварных арматурных сеток, типовые сварные арматурные сетки конструкций с прямоугольным контуром и взаимно перпендикулярным расположением стержней, с концевыми выпусками не менее 20 мм; сварные арматурные сетки конструируют из арматуры классов А 240 (А-I), А 400 (А-III), В 500 (В-I) диаметром стержней сварных сеток от 5 до 10 мм [1].

Новое конструктивное решение представляет собой более рациональное изготовление вязаной арматурной сетки, усовершенствование конструктивной формы арматурной сетки, сокращение числа резок мерных стержней и сварных работ, снижение расхода арматурной стали, повышение сцепления стержней арматурной сетки с бетоном, снижение трудозатрат и стоимости вязаной сетки [3].

Технико-экономический результат представляет собой: 1) более рациональное конструктивное исполнение арматурной сетки «зигзаг» за счет использования закруглений стержней вязаной сетки; 2) усовершенствование конструктивной формы арматурной сетки; 3) повышение в 1,5–2 раза напряжений сцепления стержней арматурной сетки с бетоном сжатого элемента за счет закругления концов рабочих стержней и применения, как правило, арматуры периодического профиля; 4) сокращение числа резок рабочих стержней в 8–10 раз, сварных работ в 2–3 раза; 5) снижение расхода арматурной стали на 15–20 %; 6) снижение трудозатрат и стоимости вязаной сетки; 7) улучшение работы вязаной сетки в бетоне за счет кольцеобразного закругления рабочих стержней [3].

Технико-экономический результат при использовании нового конструктивного решения достигается тем, что арматурное изделие вы-

полнено в виде плоской сетки с продольными и поперечными стержнями, особенностью которого является следующее:

1. Арматурная плоская сетка выполнена вязаной, образованной в каждом из двух рядов и/или плоской сетки в целом непрерывной арматурной проволокой, изогнутой зигзагообразно, с закруглениями по полуокружности; вязаная двухрядная сетка «зигзаг» выполнена с крестообразным соединением рабочих стержней, с электроприхватками продольных и поперечных стержней на участках их закругления по полуокружности; рабочие стержни вязаной арматурной сетки «зигзаг» выполнены, как правило, из арматурной стали периодического профиля диаметром 3–12 мм класса Вр 500 и/или диаметром 6–14 мм арматуры периодического профиля класса А400, с ячейками сетки размерами от 45×45 мм до 100×100 мм; производство плоской двухрядной вязаной арматурной сетки «зигзаг» осуществлено с использованием станка для изготовления арматурного изделия; оптимальная схема непрерывного навивания арматурной проволоки заданной длины выбрана в зависимости от числа продольных и поперечных стержней двухрядной арматурной сетки «зигзаг»; вязаная арматурная сетка выполнена или с круглыми отгибами в виде колец, или в виде упрощенной спирали Архимеда на крестовине.

2. Длина рабочего стержня (L_n , мм) прямого отгиба непрерывной проволоки двухрядной арматурной сетки определена по уравнению

$$L_n = m \cdot (a + \hat{n} \cdot D_0 / 2) + n \cdot (b + \hat{n} \cdot D_0 / 2) + 2 l_\phi, \text{ мм}, \quad (1)$$

где m и n – число продольных и поперечных стержней двухрядной сетки; a и b – расстояние в осях крайних цилиндрических сердечников станка для изготовления изделия по осям координат, мм; D_0 – диаметр цилиндрического сердечника, мм; l_ϕ – длина фиксатора арматурной сетки, мм; $\hat{n} = 3,142$ – иррациональное число.

3. На начальном и конечном участках непрерывного стержня предусмотрены фиксаторы проектного положения вязаной двухрядной арматурной сетки «зигзаг» в виде устройства однократного использования, остающиеся в бетоне, обеспечивая требуемую толщину защитного слоя бетона.

4. На начальном и конечном участках стержня арматурной вязаной сетки «зигзаг» устроены концевые петли, образованные посредством обвивания цилиндрических сердечников станка по изготовлению арматурного изделия.

5. Вязаная двухрядная арматурная сетка «зигзаг» изготовлена из двух отдельно выполненных сеток-полуфабрикатов, соединенных

между собой по крайним стержням сетки посредством электроприхватки соприкасающихся стержней.

6. Для временного крепления продольных и поперечных стержней арматурной сетки используется вязальная проволока.

7. Для реализации отрезков, полученных при заготовке стержней арматурной проволоки, их соединяют контактной стыковой сваркой для последующей безотходной резки.

8. Рабочие стержни двухрядной арматурной сетки «зигзаг» выполнены из гладкой арматуры класса А 240 диаметром 6–14 мм и/или из гладкой арматурной проволоки класса В 500 диаметром 3–12 мм.

9. Схема навивания без прерывания арматурной проволоки заданной длины выбрана в зависимости от числа продольных и поперечных стержней двухрядной вязаной арматурной сетки «зигзаг».

10. Рабочий стержень вязаной арматурной сетки выполнен из неразрезной проволоки диаметром 3–8 мм с круглыми отгибами-кольцами диаметром D_{κ} мм, которые скреплены с соединительными стержнями крестовины диаметром 6–12 мм, при этом требуемый диаметр каждого кругового кольца сетки D_{κ} мм, вычислен по уравнению

$$D_{\kappa} = L_{\mu} / m, \quad (2)$$

где L_{μ} – длина средней окружности кольцевого стержня арматурной сетки, вычислена по уравнению

$$L_{\mu} = \hat{n} \cdot D_{\mu}; \quad (3)$$

m – число круговых колец, шт.; $\hat{n} = 3,142$ – иррациональное число; D_{μ} – диаметр средней окружности кольцевого стержня, мм.

11. Круглая вязаная арматурная сетка выполнена в виде упрощенной спирали Архимеда на соединительных стержнях крестовины диаметром 6–12 мм, при этом число ($m_{\text{вит}}$) витков спирали диаметром 3–8 мм рассчитано по уравнению

$$m_{\text{вит}} = 0,5 \cdot L_{\text{кр}} / C, \quad (4)$$

где $L_{\text{кр}}$ – длина соединительного стержня крестовины, мм, вычислена по уравнению

$$L_{\text{кр}} = D - D_{\text{с1}} - 2 \cdot U, \quad (5)$$

где D – диаметр железобетонной колонны, мм; $D_{\text{с1}}$ – диаметр центрального кольца крестовины, мм; U – толщина защитного слоя бетона арматурной сетки, мм; C – размер ячейки сетки, мм ($C = 45$ –100 мм) [3].

Причинно-следственная связь между существующими признаками и технико-экономическим результатом заключена в следующем [3]:

1. Рациональное конструктивное исполнение арматурной вязаной сетки «зигзаг» получено за счет закругления продольных и поперечных стержней сетки, которое меняет вид напряженного состояния элементов вязаной сетки (вместо изгиба-растяжения), благоприятно влияет на работу стержней арматуры в бетоне; совершенствование конструктивной формы арматурного изделия повышает в 1,5–2 раза фактические напряжения сцепления стержней арматурной сетки с бетоном сжатого элемента вследствие применения, как правило, арматуры периодического профиля.

2. Сокращение числа резок стержня в 8–10 раз и сварных работ в 2–3 раза возможно при замене контактной точечной сварки крестообразных соединений на электроприхватку крайних стержней вязаной сетки «зигзаг».

3. Снижение расхода арматурной проволоки на 15–20 % происходит за счет закруглений концевых участков рабочих стержней арматурной сетки.

4. Улучшение работы вязаной сетки «зигзаг» в бетоне за счет кольцеобразного закругления рабочих стержней приводит к снижению трудозатрат и стоимости вязаной арматурной сетки «зигзаг».

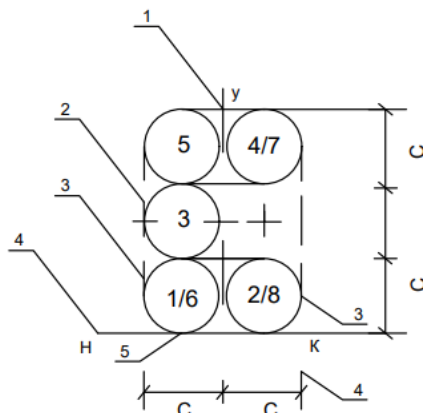
5. Сварная арматурная сетка выполнена или из U-образно гнутых в одной плоскости на 180° продольных и поперечных стержней, перпендикулярно расположенных друг к другу; или из овально-замкнутых поперечных стержней и U-образно гнутых продольных стержней; или из группы кольцевых стержней, соединенных между собой в одной плоскости; или из частично укороченных крайних продольных и поперечных стержней; или из стальной прямоугольной пластины с отверстиями площадью 30–70 % от площади пластины; или в виде круглой сетки, содержащей соединительные стержни крестовин и два круговых арматурных стержня, пространство между которыми заполнено группой кольцевых стержней, расположенных по средней окружности сетки; или в виде круглой сетки, содержащей соединительные стержни крестовины и концентрические кольца с шагом C (здесь C – размер ячейки сетки, мм).

Вязаная арматурная сетка «зигзаг» конструирована из арматуры класса В 500 (Вр – I), диаметр стержней арматурной сетки в обоих направлениях 12 мм ($f_a = 113,1$ мм²; $R_s = 415$ МПа); размеры вязаной арматурной сетки 250 × 250 мм, размеры ячейки сетки 50 × 50 мм; при шаге сеток 150 мм объемный коэффициент

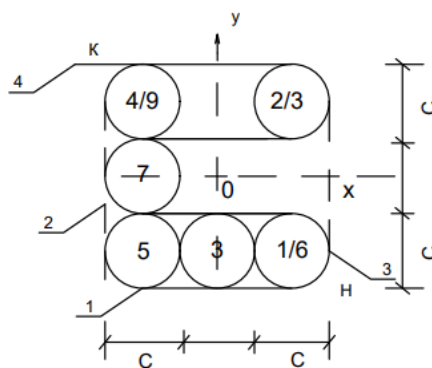
ент косвенного вооружения бетона ($U = 3 \times 10^{-2} > 1,25 \times 10^{-2}$ – min допустимого); схема неразрывного навивания арматурной проволоки двухрядной вязаной сетки «зигзаг», запроектированной для железобетонного сжатого элемента с размерами поперечного сечения 300×300 мм, при числе продольных и поперечных стержней $n_1 = n_2 = 5$, изображена на рис. 1.

При проектировании вязаной арматурной сетки из неразрядного (цельного) стержня

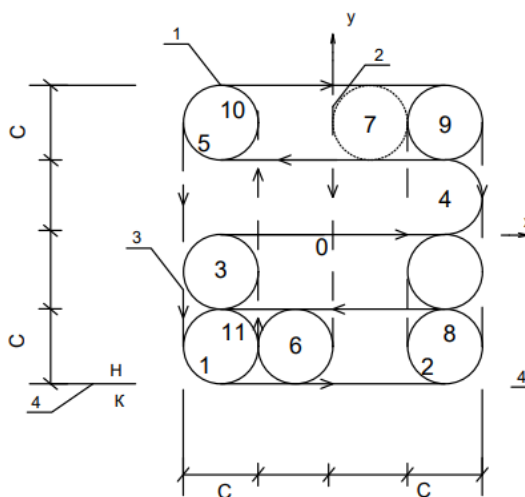
с круглыми отгибами, т. е. кольцами по окружности со средним диаметром D_{μ} , мм (рис. 2), сначала устанавливают: а) размер диаметра основного сечения железобетонной колонны (D , мм); б) размер среднего диаметра сечения (D_{μ} , мм); в) длину окружности (L_{μ} , мм); г) число колонн ($m_{\text{кол}}$), расположенных по окружности среднего диаметра; затем, используя проектные данные, выявляют диаметр каждого кругового кольца по уравнению (2).



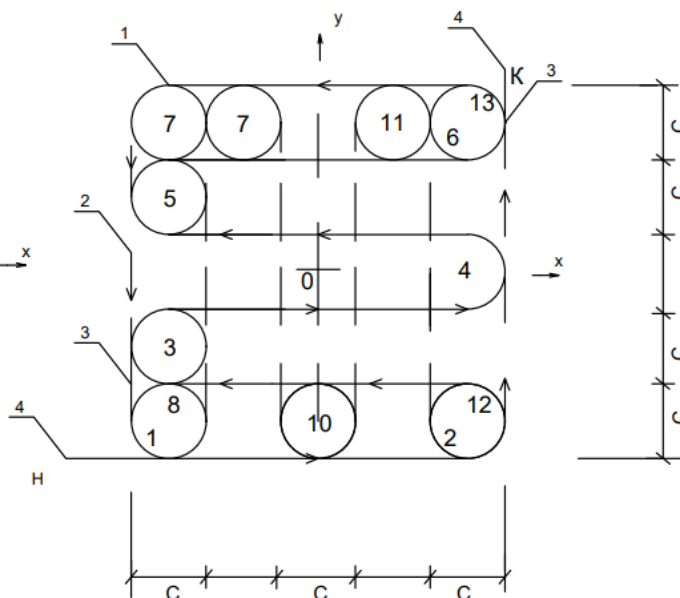
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Рис. 1. Схема неразрывного навивания арматурной проволоки двухрядной вязаной сетки «зигзаг» при числе стержней продольных $n_1 = 4$ и поперечных $n_2 = 3$ (фиг. 1); то же при $n_1 = n_2 = 4$ (фиг. 2); то же при $n_1 = n_2 = 5$ (фиг. 3); то же при $n_1 = n_2 = 6$ (фиг. 4): 1 – продольные стержни; 2 – поперечные стержни; 3 – концевые петли; 4 – фиксаторы сетки; 5 – электроприхватки; x и y – оси координат; цифры (1–13) внутри сеток – порядок навивания проволоки; C – размер ячейки сетки, мм

Fig. 1. Diagram of non-breaking winding of reinforcing wire of double-row knitted mesh “zigzag” at the number of longitudinal rods $n_1 = 4$ and transverse rods $n_2 = 3$ (fig. 1); the same at $n_1 = n_2 = 4$ (fig. 2); the same at $n_1 = n_2 = 5$ (fig. 3); the same at $n_1 = n_2 = 6$ (fig. 4): 1 – longitudinal rods; 2 – transverse rods; 3 – end loops; 4 – mesh retainers; 5 – electric tacks; x and y are coordinate axes; figures (1 – 13) inside the grids – order of wire winding; C – mesh size, mm

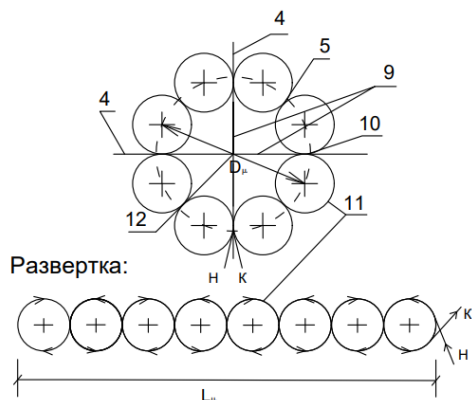


Рис. 2. Круглая вязаная сетка из арматурного стержня с круглыми отгибами: 4 – фиксаторы сетки; 5 – электроприхватки; 9 – соединительные стержни крестовины; 10 – точечная сварка; 11 – арматурный стержень (проволока) с круглыми отгибами ($m = 8$ шт.); 12 – средний диаметр D_{μ} , мм; L_c – длина круга со средним диаметром, мм

Fig. 2. Round knitted mesh made of rebar with round bends: 4 – mesh retainers; 5 – electric tacks; 9 – connecting rods of the spider; 10 – spot welding; 11 – reinforcement rod (wire) with round bends ($m = 8$ pcs.); 12 – average diameter D_{μ} , mm; L_c – length of circle with average diameter, mm

Пример 1. Дано: Основное сечение железобетонной колонны диаметром $D = 300$ мм, защитный слой бетона до колец арматурной сетки $U = 30$ мм, число колец по окружности сетки $m_{\text{кол}} = 8$. Требуется выявить диаметр каждого кругового кольца D_{κ} .

Решение: 1) Средний диаметр окружности арматурной сетки

$$D_{\mu} = D - 2 \times U = 300 - 2 \times 30 = 240 \text{ мм.}$$

2) Длина средней окружности вычисляют по уравнению (3):

$$L_{\mu} = \pi \times D_{\mu} = 3,142 \times 240 = 754 \text{ мм.}$$

3) Диаметр каждого кругового кольца вычисляют по уравнению (2):

$$D_{\kappa} = L_{\mu} / m_{\text{кол}} = 754 / 8 = 94 \text{ мм.}$$

при $D_{\kappa} = C = 94 \text{ мм} < [100 \text{ мм}]$, здесь C – размер ячейки сетки, мм.

При проектировании вязаной арматурной сетки, выполненной подобно спирали Архимеда (рис. 3), сначала устанавливают: а) длину соединительного стержня крестовин сетки $L_{\text{кр}}$; б) диаметр центрального кольца крестовины $D_{c1'}$, мм; в) толщину защитного слоя бетона арматурной сетки U , мм; г) размер ячейки арматурной сетки C , мм;

Затем выявляют требуемое число витков спирали ($m_{\text{вит}}$ шт.), используя уравнение (4).

Пример 2. Дано: круглая железобетонная колонна диаметром $D = 400$ мм, диаметр центрального кольца крестовины $D_{c1'} = 100$ мм; толщина защитного слоя бетона $U = 30$ мм. Требуется выявить число витков спирали ($m_{\text{вит}}$ шт.).

Решение: 1) Длину соединительного стержня крестовин выполняют по уравнению (5):

$$L_{\text{кр}} = D - D_{c1'} - 2 \times U = 400 - 100 - 2 \times 30 = 240 \text{ мм.}$$

2) Требуемое число витков спирали вычисляют по уравнению (4):

$$m_{\text{вит}} = 0,5 \times L_{\text{кр}} / C = 0,5 \times 240 / 60 = 2 \text{ витка.}$$

Вязаная арматурная сетка «зигзаг» содержит продольные стержни 1 поперечные стержни 2, концевые петли 3, фиксаторы сетки 4, электроприхватки 5 (см. рис. 1).

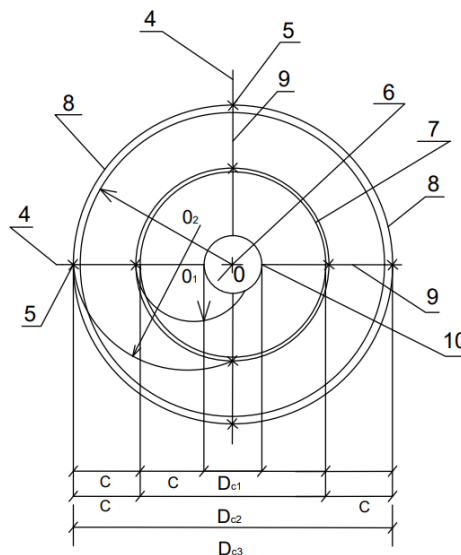


Рис. 3. Круглая витая арматурная сетка типа упрощенной спирали Архимеда на крестовине: 4 – фиксаторы сетки; 5 – электроприхватки; 6 – центральное кольцо диаметром $D_{c1'}$, мм; 7 – средние витки спирали диаметром $D_{c2'}$, мм; 8 – крайние витки спирали (не менее двух) диаметром $D_{c3'}$, мм; 9 – соединительные стержни крестовины; 10 – точечная сварка; O_1 и O_2 – центры дуг окружностей, соединяющих витки спирали; C – размер ячейки сетки, мм

Fig. 3. Round twisted reinforcement mesh of the type of simplified spiral of Archimedes on the cross: 4 – mesh fixators; 5 – electric tacks; 6 – central ring with diameter $D_{c1'}$, mm; 7 – middle turns of spiral with diameter $D_{c2'}$, mm; 8 – extreme turns of spiral (at least two) with diameter $D_{c3'}$, mm; 9 – connecting rods of the spider; 10 – spot welding; O_1 and O_2 are the centers of the arcs connecting the turns of the spiral; C – mesh size, mm

Круглая вязаная сетка из арматурного стержня с круглыми отгибами-кольцами на крестовине содержит: фиксаторы сетки 4, электроприхватки 5, соединительные стержни крестовины 9, точечную сварку 10, арматурный стержень с круглыми отгибами (кольцами) 11 (см. рис. 2).

Круглая витая арматурная сетка типа упрощенной спирали Архимеда на крестовине содержит: фиксаторы сетки 4, электроприхватки 5, центральное кольцо крестовины 6, средние витки спирали 7, крайние витки спирали (не менее двух) 8, соединительные стержни крестовин 9, точечную сварку 10 (см. рис. 3).

Разработанные арматурные изделия [5, 6] в виде вязаных арматурных сеток использованы в ОНИЛЖБК в Центре инженерно-технических разработок Академии строительства и архитектуры СамГТУ (Самара, 2021 г.)

Следовательно, разработанная вязаная арматурная сетка «зигзаг» косвенного вооружения бетона сжатых железобетонных элементов представляет собой рациональное решение усовершенствованной конструктивной формы, снижающей расходы арматурной стали и стоимость арматурной сетки.

Вывод. Техничко-экономический результат предложенного нового конструктивного решения представляет собой: 1) более рациональное конструктивное исполнение арматурной сетки «зигзаг» за счет использования закруглений стержней вязаной сетки; 2) усовершенствование конструктивной формы арматурной сетки; 3) повышение в 1,5-2 раза напряжений сцепления стержней арматурной сетки с бетоном сжатого элемента за счет закругления концов рабочих стержней и применения, как правило, арматуры периодического профиля; 4) сокращение числа резок рабочих стержней в 8–10 раз, сварных работ в 2–3 раза; 5) снижение расхода арматурной стали на 15–20 %; 6) снижение трудозатрат и стоимости вязаной сетки; 7) улучшение работы вязаной сетки в бетоне за счет кольцеобразного закругления рабочих стержней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без ПН). М.: Стройиздат, 1978. 175 с.
2. СП 63.13330.2018. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
3. Гнедовский В.И. Косвенное армирование железобетонных конструкций. Л.: Стройиздат, 1981. 126 с.
4. Елисеев В.И. О новом виде косвенного армирования конструкций // Бетон и железобетон. 1988. № 8. С. 28 – 29.

5. Патент RU № 2 394 968, Е 04 С 5/03 Арматурное изделие/ Ильин Н.А., Шепелев А.П. и др. заяв: СГАСУ: 23.04.06, опуб. 20.07.10. Бюл. № 20.

6. Патент RU № 2 119 023, Е 04 С 5/08, Е 04 G 21/12. Арматурное изделие/ Ильин Н.А.; заяв: 26.07.06, опуб. 20.09.98. Бюл. № 26.

REFERENCES

1. *Rukovodstvo po konstruirovaniyu betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij iz tjazhelogo betona (bez PN)* [Guidelines for Construction of Concrete and Reinforced Concrete Structures from Heavy Concrete (without PN)]. Moscow, Stroyizdat, 1978. 175 p.
2. SP 63.13330.2018. SNiP 52-01-2003. Concrete and reinforced concrete structures. Main provisions.
3. Gnedovsky V.I. *Kosvennoe armirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij* [Indirect reinforcement of reinforced concrete structures]. Leningrad, Stroyizdat, 1981. 126 p.
4. Eliseev V.I. On the new type of indirect reinforcement of structures. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete], 1988, no. 8, pp. 28 – 29. (in Russian)
5. Ilyin N.A., Shepelev A.P. et al. *Armurnoe izdelie* [Reinforcement unit]. Patent RF, no. 2 394 968, E 04 C 5/03. 2006.
6. Ilyin N.A. *Armurnoe izdelie* [Reinforcement unit]. Patent RF, no. 2 119 023, E 04 C 5/08, E 04 G 21/12. 2006.

Об авторах:

ИЛЬИН Николай Алексеевич

кандидат технических наук, профессор кафедры железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

ILYIN Nikolay Al.

PhD of Engineering Sciences, Professor of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

ПАНФИЛОВ Денис Александрович

кандидат технических наук, заведующий кафедрой железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

PANFILOV Denis Al.

PhD of Engineering Sciences, Head of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ВАСЮЧКИН Герман Романович

лаборант кафедры железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: Plato2008@yandex.ru

VASYUCHKIN German R.

Laboratory Assistant of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: Plato2008@yandex.ru

Для цитирования: Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Васючкин Г.Р. Новая вязаная сетка для косвенного армирования бетона сжатых элементов // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.01.

For citation: Ilyin N.A., Panfilov D.A., Vasyuchkin G.R. New knitted mesh for indirect concrete reinforcement of compressed elements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 4–10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.01.



НАУЧНО-ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР «АРХИГРАД»



Градостроительство, градостроительная реконструкция, территориальное планирование, архитектурное и ландшафтное проектирование, реконструкция зданий и сооружений, экспертная деятельность, повышение квалификации руководителей и специалистов организаций



Татьяна Владимировна ВАВИЛОНСКАЯ
доктор архитектуры, профессор



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 0102
(846) 242-52-21
baranova1968@mail.ru

Е. В. КНЯЗЬКИНА
О. А. ГУЖОВА

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ БАЛОК ДЛЯ МОНТАЖА КОЛОКОЛОВ В ХРАМЕ

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF BEAMS FOR THE INSTALLATION OF BELLS IN THE TEMPLE

Рассмотрены некоторые аспекты работ по проектированию и устройству несущих конструкций – балок, на которые подвешивают колокола в православных храмах. Поставлена и достигнута цель работы – актуализировать внимание на конструктивных особенностях несущих элементов в звоннице. Выделены основные вопросы, решению которых необходимо уделить внимание в ходе строительства и/или реконструкции колокольни храма: определение вида несущей конструкции, выбор способа её устройства, применение вибродемпфирующих пластин, учет влияния материала балки на эксплуатационные характеристики, возможность применения сварных конструкций несущих балок и выбор крепежных конструкций для подвески колоколов и варианта обшивки балки перед подвеской колокола; даны рекомендации по их решению.

Ключевые слова: несущие конструкции, балки, сварные конструкции, швеллер, колокола, храм, звонница, вибрация, устройство, древесина

The paper considers some aspects of the work on the design and installation of load-bearing structures – beams – on which bells are hung in Orthodox churches. The goal of the work has been set and achieved – to update attention to the design features of the load-bearing elements in the belfry. The main issues that need to be addressed during the construction and/or reconstruction of the bell tower of the temple are highlighted: determining the type of load-bearing structure, choosing the method of its device, using vibration damping plates, taking into account the influence of the beam material on performance characteristics, the possibility of using welded structures of load-bearing beams and the choice of fastening structures for hanging bells and the option of covering the beam before suspension bells and recommendations for their solution are given.

Keywords: load-bearing structures, beams, welded structures, channel, bells, temple, belfry, vibration, device, wood

В современных условиях развитие городской среды подразумевает не только активное возведение новых объектов жилищной инфраструктуры, но и насыщение объектами социального назначения. В Самарской области, как и во всей Российской Федерации, издавна особое внимание уделяли религиозным объектам, поддержанию храмов, церквей и приходов в надлежащем состоянии [1].

Работы по реконструкции православных храмов ведутся регулярно во всех регионах страны, соответственно интерес к специфике наиболее сложных и уникальных видов работ в этой области не угасает, а актуальность исследований и разработок по данному направлению не вызывает сомнений [2–5].

Варианты архитектурно-конструктивных решений в данной области весьма многообразны. Их выбор и технико-экономическое обоснование достаточно трудоемки и требуют от проектировщика глубоких знаний и опыта.

Отдельное внимание хотелось бы уделить вопросам разработки архитектурных и плани-

ровочных решений при подготовке проекта православных храмов.

В настоящее время существует два основных направления в архитектуре храмового строительства:

- традиционное, которое нацелено на сохранение давних традиций возведения православных храмов;
- новаторское, предполагающее применение архитектурных и конструктивных решений, не типичных для данного вида объектов строительства.

Оба направления, тем не менее, «работают» с типичными для храмов архитектурными элементами: придел, притвор и др. Архитектурно-конструктивные решения, которые специалисты могут принять в ходе проектирования реконструкции православного храма, в одной стороны, ограничены устоявшимися канонами строительства данного типа объектов капитального строительства, с другой – весьма разнообразны, так как всегда существовало

большое число вариантов архитектурных, конструктивных и планировочных решений при их строительстве.

Одно из наиболее сложных и одновременно интересных направлений работ в области реконструкции церквей и храмов – устройство балок для подвески колоколов в звоннице [6]. Среди основных вопросов, которые подлежат решению в ходе проектирования реконструкции колокольни и звонницы объекта, можно выделить следующие [7]:

- возможно ли уменьшение массы колоколов звонницы, особенно благовеста (главного колокола), при условии сохранения их громкости и качества звучания;
- состав и соотношение материалов, из которых изготавливают колокола и балки для их размещения;
- конструктивные особенности несущей рамы, на которую подвешиваются колокола, и ее элементов;
- варианты размещения колоколов с точки зрения выполнения требований по звучанию и возникающей при этом вибрации;
- особенности устройства хомутов для подвески колоколов разной массы и др.

В данной работе внимание будет уделено конструктивным особенностям несущих балок и их размещению при устройстве звонницы.

1. Виды несущей конструкции для размещения колоколов звонницы

Размещению колоколов в звоннице православного храма уделяют особое внимание, так как от этого зависит качество звука. Наиболее часто благовест размещают в центре на «крестовине» – основной несущей конструкции, состоящей из балок, а средние и малые колокола – в окнах колокольни – так достигается оптимальное звучание за счет их наложения на звук главного колокола [8]. Возможно размещение двух благовестов



Рис. 1. Размещение двух благовестов на несущей конструкции

Fig. 1. Placing two bells on a supporting structure

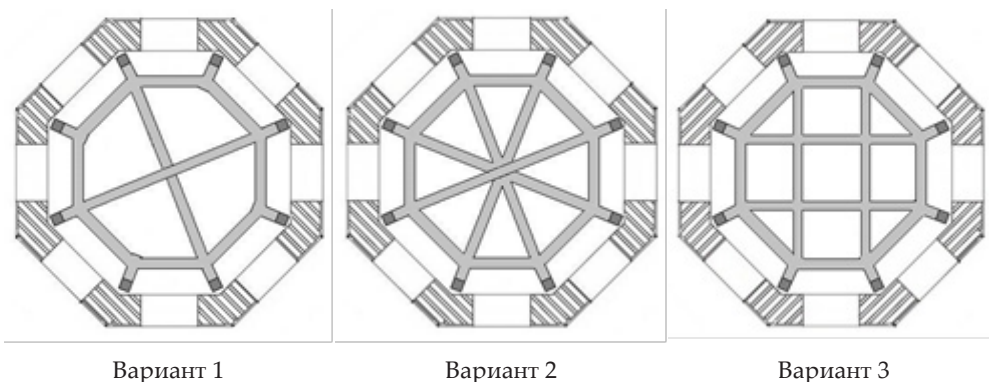
на крестовине, а также нескольких колоколов разного размера, если нет достаточного пространства для их размещения в окнах (рис. 1).

Как показывает практика, наиболее часто применяются три варианта этих конструкций, предполагающие радиальную или параллельную установку балок (рис. 2).

При установке благовеста массой, например 6000–9000 кг, наиболее подходящим будет второй вариант размещения балок, так как это будет обеспечивать:

- 1) более равномерное распределение, в сравнении с двумя другими вариантами, нагрузки на опоры конструкции, все восемь опорных элементов будут нагружены одинаково;
- 2) возможность размещения большого благовеста на оптимальном удалении от окон и стен колокольни с точки зрения эксплуатации: он не будет мешать звонарю при проходе к помосту.

При меньшей массе главного колокола также возможно применение двух других вариантов конструкции.



Вариант 1

Вариант 2

Вариант 3

Рис. 2. Варианты размещения балок в несущей конструкции колокольни

Fig. 2. Options for placing beams in the supporting structure of the bell tower

2. Способ устройства несущей конструкции колоколов в отношении ограждающей конструкции колокольни

При проектировании несущей конструкции необходимо решить вопрос о возможности «утопить» (встроить) несущую раму в кирпичную кладку ограждающей конструкции.

В первую очередь, архитекторы и проектировщики должны учесть, каким способом поднять несущую конструкцию на нужную высоту и сделать её малозаметной.

Затем, при принятии решения о заглублении конструкции в кирпичную кладку, необходимо предусмотреть наличие ниши для стоек несущей конструкции, чтобы они стояли свободно, а не обложенные плотно кирпичом. Это позволит избежать разрушения кирпичной кладки из-за вибрации при раскачивании колоколов, а также из-за сезонного сужения-расширения материалов конструкций.

3. Применение вибродемпфирующих пластин для предотвращения разрушающего воздействия вибрации на несущие и ограждающие конструкции колокольни

Динамические воздействия, возникающие в процессе колокольного звона, неизбежно приводят к возникновению вибраций, что негативно сказывается на долговечности ограждающих и несущих конструкций (стен и колонн, балок) и сохранении ими требуемых характеристик надежности (СП 31-103-99 «Здания, сооружения и комплексы православных храмов» (утв. постановлением Госстроя РФ от 27 декабря 1999 г. № 92).

Предупреждая подобные ситуации, следует предусмотреть использование вибродемпфирующих пластин, примеры расположения которых приведены на рис. 3.

4. Влияние материала, из которого изготовлены несущие конструкции (балки), на эксплуатационные характеристики рассматриваемого объекта

Так как при осуществлении работ на объектах религиозной направленности, в том числе храмов и церквей, принципиально соблюдение традиций, особенно при реконструкции и реставрации, то следует учесть, что ранее при изготовлении балок применялось дерево, преимущественно дуб. В настоящее время возможно изготовление балок из металла, обладающего большим запасом прочности в сравнении с деревом.

Однако необходимо учесть следующее: не рекомендуется применять двутавровые балки

для подвески колоколов, особенно благовеста, так как они не имеют запаса прочности на скручивание, которое появляется при раскачивании колокола от удара «языком», т. е. ударным элементом внутри колокола.

Следует отметить, что при проектировании конструкции необходимо учесть особенность извлечения звука. В России принято ударять языком по подвешенному на специальное крепление (хомут) колоколу, в то время как в европейских странах, например, принято раскачивать сам колокол, в том числе потому, что масса колоколов там обычно меньшая в сравнении с благовестами в 6000 или 9000 кг [9].

Применение швеллеров в данном случае возможно при создании жесткой конструкции при их сварке в короб.

5. Применение сварных конструкций несущих балок

При проектировании несущей конструкции для подвески колоколов возникает вопрос о возможности замены профиля замкнутого сечения на сваренный швеллер (рис. 4).

В настоящее время этот вариант достаточно часто применяется, особенно в случае необходимости высоких показателей несущей способности конструкции, при выполнении, в том числе, следующих условий:

1) отсутствие всевозможных дефектов сварного шва;

2) качественная зачистка сварного шва на верхней горизонтальной плоскости;

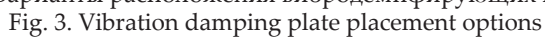
3) отсутствие дефектов металлических конструкций (швеллеров) при сохранении их целостности, например искривлений и прогибов.

Единственным минусом короба можно назвать отсутствие доступа к внутренним поверхностям балки и, как следствие, невозможность обслуживания. Конденсат, возникающий внутри балки, может вызывать появление коррозии, поэтому необходимо предварительно, перед сваркой, прокрашивать внутренние части швеллера, а затем, после сварки короба, прокрашивать балку изнутри, например с помощью валика с длинной ручкой, или применять защиту путем горячего цинкования.

В целях обеспечения максимальной чистоты и качества звучания колоколов следует заполнять пустоты внутри несущих конструкций, на которые их подвешивают. Это позволяет снижать негативное воздействие внутренней акустики, которое в конечном итоге может привести к возникновению колебаний в балках.

В качестве наполнителя можно использовать, например, монтажную пену.

Fig. 3. Vibration damping plate placement options



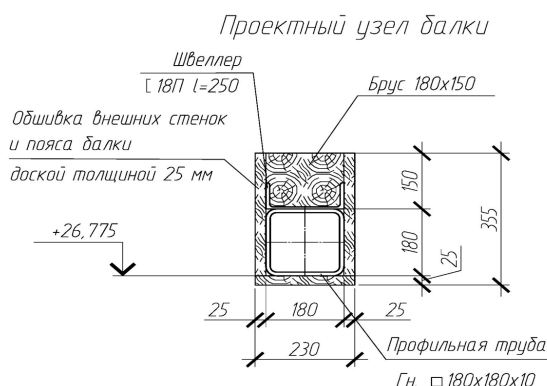


Рис. 4. Пример конструкции балки для колокольни
Fig. 4. An example of a beam design for a bell tower

Для оценки технического состояния основных несущих и ограждающих конструкций необходимо своевременно применять новейшие средства и методы экспертизы [10].

6. Крепежные конструкции для подвески колоколов

Одним из самых надежных вариантов подвески колоколов большой массы традиционно считается использование жесткого хомута, изготовленного из металла. Такой способ многократно использовался при возведении и реконструкции колоколен храмов и церквей.

Сам хомут – это скоба, обычно из стальной полосы, позволяющая соединять крепежные элементы колокола (так называемые «парные уши») и балку с двух сторон. С целью предупреждения раскачивания колокола и обеспечения большей жесткости допускают дополнительное применение стального уголка.

Конструкция крепежного хомута может иметь некоторые отличительные особенности в зависимости от различных факторов, в том числе от массы самого колокола. При размещении на несущей конструкции колоколов массой от 1200 до 9000 кг конструкция хомута будет содержать дополнительное крепление, которое размещается в отверстии в верхней части колокола (рис. 5).

Не исключены варианты подвешивания колоколов на балки с помощью цепей, но они применяются только в случае, когда невозможно использовать жесткий хомут.

7. Варианты обшивки балки перед подвеской колокола

В целях обеспечения долговечности конструкции и качества звучания колоколов следует при проектировании рассмотреть варианты

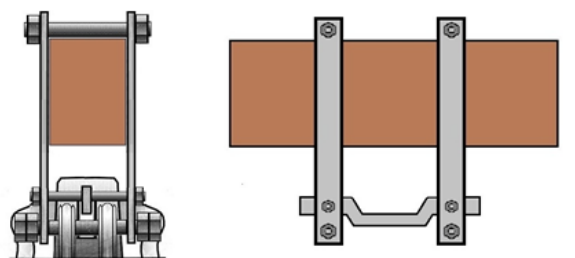


Рис. 5. Конструкция хомута для подвески колоколов массой 1200–9000 кг

Fig. 5. Design of a clamp for hanging bells weighing 1200–9000 kg

обшивки несущей конструкции из балок. Существует несколько способов:

- 1) обшивка всей балки древесиной твердых пород – лиственницей или дубом как наиболее долговечными;
- 2) частичная обшивка древесиной в местах крепления колокола;
- 3) частичная обшивка балки по верхней и боковым поверхностям капролоном и технической резиной;
- 4) частичная обшивка верхней части балки капролоном и технической резиной.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки, а эффективность решения по выбору одного из них будет зависеть от конкретных условий и целей работ.

Выводы. 1. При принятии решения в рамках нового строительства или реконструкции и/или реставрации объекта храмового строительства необходимо рассмотреть широкий спектр конструктивных особенностей работ в данном направлении.

2. Работы по проектированию и устройству несущих конструкций колокольни храма должны предусматривать, в том числе, решение следующих вопросов:

- определение вида несущей конструкции для размещения колоколов звонницы;
- выбор способа устройства несущей конструкции колоколов в отношении ограждающей конструкции колокольни;
- применение вибродемпфирующих пластин для предотвращения разрушающего воздействия вибрации на несущие и ограждающие конструкции колокольни;
- учет влияния материала, из которого изготовлены несущие конструкции (балки), на эксплуатационные характеристики рассматриваемого объекта;
- возможность применения сварных конструкций несущих балок;
- выбор крепежных конструкций для подвески колоколов и варианта обшивки балки перед подвеской колокола.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Якунин В.Н. Церковная жизнь и Православная культура в Самарском крае в XVI–XX вв. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tserkovnaya-zhizn-i-pravoslavnaya-kultura-v-samarskom-krae-v-xvi-hh-vv/viewer> (дата обращения: 06.07.2024).
2. Храмовая архитектура: современные тенденции и особенности строительства храмов [Электронный ресурс]. URL: <https://ppart.ru/stati/hramovaya-arhitektura-osobennosti-vozvedeniya-hramov-i-ispolzuemye-materialy/> (дата обращения: 11.06.2024).
3. Литвинов Д.В., Иванова Л.И., Тuzов А.В. Реставрация православного храма Архангела Михаила в селе Дергачи (Колывань) Красноармейского района Самарской области // Градостроительство и архитектура. 2015. № 4 (21). С. 30–36. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.4.
4. Пономаренко Е.В. Проектирование, строительство и современная реставрация православных церквей первой половины XIX в. На Южном Урале // Градостроительство и архитектура. 2013. Т.3, № 1. С. 19–24. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.4.
5. Косенкова Н.А., Литвинов Д.В., Косенкова Е.В. Современные тенденции храмового зодчества // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 124–128. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.15.
6. Асаул А.Н. Реконструкция и реставрация объектов недвижимости. СПб.: Гуманистика, 2005. 288 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aup.ru/books/m495/> (дата обращения: 06.07.2024).
7. Положение о порядке рассмотрения и утверждения проектных и строительных работ нового храмоздательства и строительства церковных зданий и сооружений Документ утвержден на заседании Священного Синода 6 октября 2017 года (журнал № 91) [Электронный ресурс] URL: <http://www.patriarchia.ru/db/text/5028625.html> (дата обращения: 01.09.2024).
8. Крючков А.Е. Монтаж и настройка колоколов [Электронный ресурс]. URL: <https://litbell.ru/articles/161/?ysclid=m201xce8a3611734552> (дата обращения: 06.10.2024).
9. Заграевский С.В. Вопросы архитектурной истории и реконструкции Георгиевского собора в Юрьеве-Польском [Электронный ресурс]. URL: <http://zagraevsky.com/georgiev.htm> (дата обращения: 23.05.2024).
10. Методика проведения обследований и мониторинга технического состояния зданий и сооружений с использованием передовых технологий / С.В. Семенцов и др.; под ред. С.В. Семенцова, М.М. Орехова; Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2013. 74 с.
2. Temple architecture: modern trends and features of temple construction [Electronic resource]. Available at: <https://ppart.ru/stati/hramovaya-arhitektura-osobennosti-vozvedeniya-hramov-i-ispolzuemye-materialy/> (accessed 06 November 2024)
3. Litvinov D.V., Ivanova L.I., Tuzov A.V. Restoration of the Orthodox Church of the Archangel Michael in the village of Dergachi (Kolyvan) of the Krasnoarmey-sky district of the Samara region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2015, no. 4 (21), pp. 30–36. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.4
4. Ponomarenko E.V. Design, construction and modern restoration of Orthodox churches of the first half of the XIX century. In the Southern Urals. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2013, vol. 3, no. 1, pp. 19–24. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.4
5. Kosenkova N.A., Litvinov D.V., Kosenkova E.V. Modern tendencies of temple architecture. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 124–128. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.15
6. Asaul A.N. Reconstruction and restoration of real estate objects. Available at: <http://www.aup.ru/books/m495/> (accessed 07 June 2024)
7. The regulation on the procedure for reviewing and approving design and construction works of a new church building and construction of church buildings and structures was approved at a meeting of the Holy Synod on October 6, 2017 (journal No. 91). Available at: <http://www.patriarchia.ru/db/text/5028625.html> (accessed 09 January 2024)
8. Kryuchkov A.E. Installation and adjustment of bells. Available at: <https://litbell.ru/articles/161/?ysclid=m201xce8a3611734552> (accessed 06 October 2024)
9. Zagraevsky S.V. Issues of architectural history and reconstruction of St. George's Cathedral in Yuriev-Polsky. Available at: <http://zagraevsky.com/georgiev.htm> (accessed 23 May 2024)
10. Sementsov S.V. *Metodika provedeniya obsledovaniy i monitoringa tehnikeskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzhenij s ispol'zovaniem peredovyh tehnologij* [Methods of conducting surveys and monitoring the technical condition of buildings and structures using advanced technologies]. St. Petersburg, St. Petersburg State University of Architecture and Construction. University, 2013. 74 p.

REFERENCES

1. Yakunin V.N. Church life and Orthodox culture in the Samara region in the XVI–XX centuries. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tserkovnaya-zhizn-i-pravoslavnaya-kultura-v-samarskom-krae-v-xvi-hh-vv/viewer> (accessed 07 June 2024)

Об авторах:

КНЯЗЬКИНА Екатерина Владимировна

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры стоимостного инжиниринга
и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: evk162@mail.ru

KNYAZKINA Ekaterina V.

PhD in Economics, Associate Professor, Associate
Professor of the Cost Engineering
and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: evk162@mail.ru

ГУЖОВА Оксана Александровна

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры стоимостного инжиниринга
и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: guzhova_oksana@inbox.ru

GUZHOVA Oksana Al.

PhD in Economics, Associate Professor, Associate
Professor of the Cost Engineering
and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: guzhova_oksana@inbox.ru

Для цитирования: Князькина Е.В., Гужова О.А. Особенности конструкции балок для монтажа колоколов в храме // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 11–17. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.02.
For citation: Knyazkina E.V., Guzhova O.A. Features of the construction of beams for the installation of bells in the temple. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 11–17. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.02.

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
АРХИТЕКТУРНЫЙ ЖУРНАЛ
INNOVATIVE PROJECT**



Основан в 2016 году. Учредителем журнала является Самарский государственный технический университет

Журналу присвоен международный номер периодических изданий ISSN 2500-3437

Статьи, представленные для публикации в журнале, проходят обязательное независимое рецензирование, рецензентами выступают члены редакционной коллегии и ведущие российские ученые, работающие в сфере научной тематики журнала

Журнал выходит по следующим тематическим специальностям:

- Архитектура и градостроительство:
 - 2.1.11. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия
 - 2.1.12. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности
 - 2.1.13. Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов
- Прикладное искусство и дизайн:
 - 5.10.1. Теория и история искусства

Журнал индексируется: РИНЦ, Crossref.

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

ПУБЛИКАЦИЯ В ЖУРНАЛЕ БЕСПЛАТНАЯ

ТЕРЯГОВА Александра Николаевна

кандидат архитектуры, главный редактор

443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194, АСА СамГТУ

Техническая поддержка:

Филиппов Василий Дмитриевич

Телефон: +7 (846) 339-14-59

E-mail: filippov.vd@samgtu.ru



**А. В. ЕРЕМИН
Д. М. БРАГИН**

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В КАНАЛЕ С ОРЕБРЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ТРИЖДЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТИПА SCHOEN'S IWP

HEAT AND MASS TRANSFER IN A CHANNEL WITH FINS BASED
ON A TRIPLY PERIODIC SURFACE OF THE SCHOEN'S IWP TYPE

В исследовании рассмотрен теплоперенос в каналах теплообменного устройства с оребрением, основанным на трижды периодических минимальных поверхностях типа Schoen's IWP. Решена взаимосвязанная задача переноса массы и тепла при помощи численных методов, реализованных в программном комплексе Ansys 2019 R3 модуле Fluid Flow (Fluent). Результаты работы сравниваются с оребрением на основе поверхности Primitive. Определены зависимости потерь давления потока, температуры теплоносителя на выходе из теплообменника от скорости потока и геометрических характеристик оребрения. Полученные результаты демонстрируют увеличение эффективности теплопереноса при внедрении TPMS конструкции Schoen's IWP в теплообменное устройство до 18 % по сравнению с оребрением на основе Primitive.

Ключевые слова: TPMS, тепломассоперенос, оребрение, теплообменное устройство Schoen's IWP

Введение

Материалы на основе трижды периодических минимальных поверхностей (TPMS, от англ. triply periodic minimal surface) находят применение в конструкциях с требуемой высокой прочностью и жесткостью [1], конструкциях для поглощения энергии [2], катализаторах [3], мембранах [4] и т. д. Исследования в области переноса массы и импульса также демонстрируют потенциал внедрения таких материалов в теплообменные оборудования [5–7]. Это объ-

The current study examines heat transfer in the channels of a heat exchanger with fins based on triply periodic minimal surfaces (TPMS) of the Schoen's IWP type. A coupled heat and mass transfer problem is solved using numerical methods implemented in the software package Ansys 2019 R3, specifically in the Fluid Flow (Fluent) module. The results are compared with fins based on the Primitive surface. Dependencies are identified between pressure drop, the outlet temperature of the heat carrier, and the flow rate and geometric characteristics of the fins. The findings demonstrate a 18 % increase in heat transfer efficiency when using the Schoen's IWP TPMS design in the heat exchanger compared to the Primitive-based fins.

Keywords: TPMS, heat and mass transfer, fins, heat exchanger, Schoen's IWP

ясняется рядом преимуществ TPMS конструкций перед другими ячеистыми решетками.

Среди ключевых преимуществ исследователи отмечают возможность регулировки типа поверхности [8], толщины и длины ячейки [9], пористости материала под требования каждой уникальной задачи [10]. TPMS решетки обладают большей суммарной площадью теплообмена при минимальном объеме [11], а сама решетка делит пространство на два и более непересекающихся объема/лабиринта, что позволяет использовать такую структуру в ре-

куперативных теплообменниках [12]. Поскольку средняя кривизна TPMS равна нулю, поток через решетку TPMS может свободно двигаться в любом направлении без значительных гидравлических сопротивлений [13].

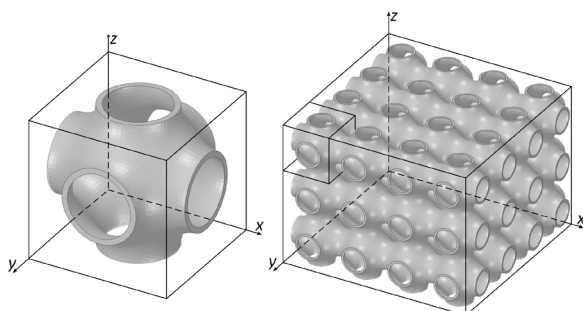


Рис. 1. Решетка, основанная на элементарных ячейках TPMS типа Primitive
Fig. 1. Lattice based on TPMS Primitive-type unit cells

На данный момент в качестве оребрения была рассмотрена конструкция Primitive, которая продемонстрировала потенциал внедрения в теплообменное оборудование [14]. Однако в ходе углубленного исследования гидродинамических характеристик структуры было выявлено, что оребрение на основе Primitive (рис. 1) может приводить к возникновению застойных областей до 30 % от общего объема [15]. Площадь поверхности и эффективная теплопроводность конструкции Primitive [16] демонстрирует минимальные значения по сравнению с другими типами TPMS. Так, конструкции на основе Schoen's IWP и Neovius обладают большей эффективной теплопроводностью на 50–53 % и на 42–46 % большей площадью поверхности по сравнению с оребрением Primitive [15]. Возникновению застойных зон в структурах Schoen' WP и Neovius препятствуют постоянные изменения направления, завихрений, перемешивания и турбулизации потока теплоносителя [17]. Однако это приводит к увеличению потери давления для Neovius в 8 раз, что в свою очередь приводит к значительным дополнительным затратам электроэнергии на перенос жидкости в теплообменном устройстве. Увеличение потерь давления потока при прохождении через конструкцию Schoen' WP составляет не более 50 %. Поток в структуре Primitive имеет прямолинейную трубчатую форму, в то время как поток в структуре Schoen's IWP обладает извилистостью, которая позволяет увеличивать путь потока и, соответственно, время взаимодействия между жидкостью и твердой стенкой [18].

В связи с этим в рамках текущего исследования предлагается рассмотреть другую модель

оребрения, основанную на TPMS типа Schoen's IWP, которая может продемонстрировать увеличение эффективности переноса тепла в теплообменном устройстве по сравнению с TPMS типа Primitive. Это исследование должно обеспечить прямое сравнение, предлагая новые сведения о факторах, которые влияют на эффективность переноса тепла в конструкциях на основе TPMS. Ожидается, что результаты исследования будут использоваться при проектировании оребрения на основе TPMS, способствуя разработке более эффективных решений для охлаждения. Для решения поставленной задачи планируется использовать численный эксперимент, реализованный в программном комплексе Ansys 2019 R3 модуле Fluid Flow (Fluent).

Методология

Формирование геометрии

TPMS поверхности описываются строгими тригонометрическими уравнениями. Так, решетка типа Schoen's IWP может быть описана функцией

$$2\left[\cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{2\pi y}{a}\right)+\cos\left(\frac{2\pi y}{a}\right)\cos\left(\frac{2\pi z}{a}\right)+\cos\left(\frac{2\pi z}{a}\right)\cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right)\right]-\left[\cos\left(\frac{4\pi x}{a}\right)+\cos\left(\frac{4\pi y}{a}\right)+\cos\left(\frac{4\pi z}{a}\right)\right]=\pm\frac{\delta}{2}. \quad (1)$$

Вся решетка может быть разбита на повторяющиеся элементы – элементарные ячейки. Характерными размерами, исходя из функции (1) и предыдущих исследований [17], является длина « a », равная периоду поверхности уровня, и толщина ячейки « δ », равная разности параметров смещения двух уравнений поверхности уровня $f(x,y,z,a)$. Область, ограниченная эквидистантными поверхностями, образует стенку. Таким образом, вся геометрия структуры ТПМП с жидкостью в межпоровом пространстве может быть описана следующим выражением:

$$f(x, y, z, a) = \begin{cases} f > \delta/2 \forall f \in \Omega_1 (\text{Теплоноситель}) \\ |f| \leq \delta/2 \forall f \in \Omega_2 (\text{Оребрение}) \\ f < \delta/2 \forall f \in \Omega_3 (\text{Теплоноситель}) \end{cases} \quad (2)$$

На рис. 2 представлена решетка и элементарная ячейка, основанные на поверхности типа Schoen's IWP с учетом жидкости в межпоровом пространстве.

На основе неявных функций TPMS поверхностей созданы различные программные продукты для формирования расчетной геометрии. Одним из таких продуктов является Surface Evolver [19], широко используемый для

исследований в области тканевой инженерии. Раджагопалан [20] связал клеточную теорию Шванна (1838 г.) с открытием Шварца в 1865 г. В результате он получил развитую жизнеспособную морфологию, которая глубоко повлияла на миграцию клеток и репликацию роста тканей на макроуровне. Впоследствии Колкен [21] продолжил работу в этом направлении, также используя Surface Evolver для поиска материалов с превосходными механическими свойствами.

Первым шагом процесса формирования геометрии является импорт файла с информацией о неявной функции из библиотеки Кена Бракке в Surface Evolver. В программе выполняется построение фасетированной поверхности и запись точек триангуляции в виде облака точек. Затем облако точек обрабатывается и формируется CAD модель фасетированной поверхности TPMS с нулевой толщиной. С помощью встроенных функций Ansys модуля SpaceClaim Direct Modeler из поверхности формировалась твердотельная структура TPMS, ограниченная двумя эквидистантными поверхностями, удаленными друг от друга на величину δ . После получения твердотельной геометрической модели оребрения в среде CAD моделирования формируется канал теплоносителя и греющие пластины. Исследование течения жидкости в канале выполняется при комбинациях геометрических параметров элементарной ячейки: $a = 20$ мм, $\delta = 1$ мм и $a = 20$ мм, $\delta = 2$ мм. Выбор таких размеров обусловлен возможностью сравнения результатов текущего исследования с оребрением на основе Primitive, рассмотренным ранее [14]. Переменная толщина ячейки позволяет оценить влияние параметров смещения двух уравнений поверхности уровня на характеристики потока. На рис. 3 представлена CAD модель, рассматриваемая в текущем исследовании.

САЕ моделирование

Несмотря на то, что TPMS конструкции описываются строгими математическими уравнениями, применение традиционных аналитических методов [22, 23] вызывает ряд сложностей, в том числе описание турбулентного потока, застойных зон с завихрениями и обратными токами, нелинейность уравнений переноса, многообразие масштабов потоков теплоносителя. Применение компьютерного моделирования может использоваться для решения таких задач посредством численных методов конечных элементов. Соответственно для исследования теплопереноса в рамках текущего исследования выбран программный комплекс Ansys 2019 R3 модуль Fluid Flow (Fluent).

Чтобы поддерживать равный массовый расход на входе и выходе модели, решается уравнение неразрывности для установившегося потока:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0. \quad (3)$$

Уравнение сохранения импульса в декартовой тензорной форме записывается как

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \mu \nabla^2 u_i + \frac{\partial}{\partial x_j}(-\rho \overline{u_i' u_j'}). \quad (4)$$

Уравнение энергии для турбулентного потока имеет следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} [u_i (\rho E + p)] (\rho u_i u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(k_{eff} \frac{\partial T}{\partial x_j} + u_i (\tau_{ij})_{eff} \right). \quad (5)$$

Набор граничных условий соответствует предложенной ранее методике исследования [14] полей температуры и скорости в канале с TPMS-оребрением на основе вычислительно-

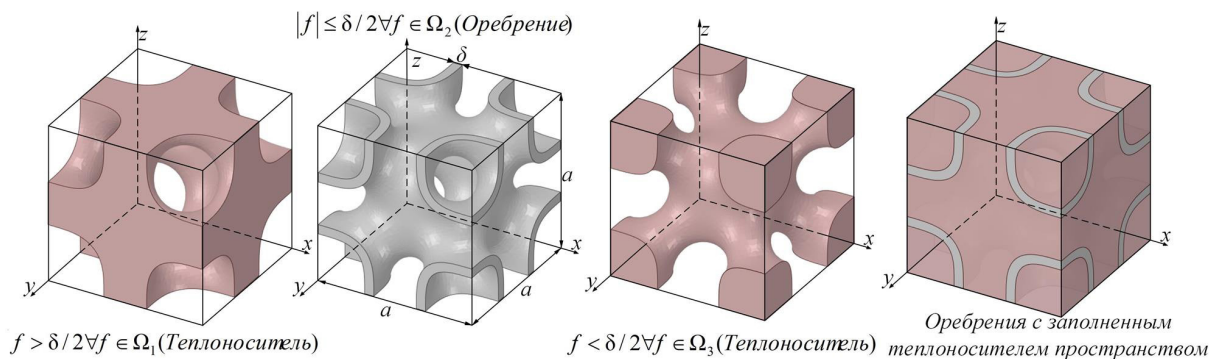


Рис. 2. Решетка, основанная на элементарных ячейках TPMS типа Schoen's IWP, с заполненным межпоревым пространством
Fig. 2. Lattice based on TPMS Schoen's IWP-type unit cells, with filled inter-pore space

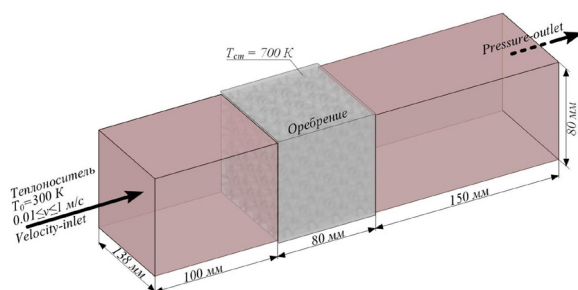


Рис. 3. Модель оребрения основанного на TPMS с граничными условиями
Fig. 3. Finned model based on TPMS with boundary conditions

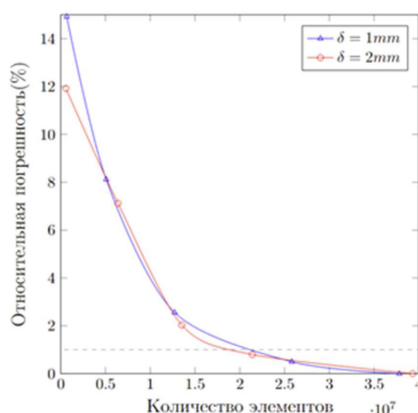


Рис. 4. Анализ независимости сетки
Fig. 4. Mesh independence analysis

го эксперимента в ANSYS Fluent. Так, в теплообменное устройство с оребрением TPMS подается теплоноситель с скоростью от 0,01 до 1 м/с.

Температура подаваемого теплоносителя составляет 300 К. Ко всем боковым границам канала в области оребрения подводится тепло от пластины с температурой $T_{\text{ст}} = 700$ К. Свойства теплоносителя и материала, из которого изготовлено оребрение и греющая пластина, представлены в таблице.

Однако численные методы конечных элементов при решении поставленной задачи имеют проблемы стабильности и сходимости расчетной модели. Мелкие численные ошибки могут быстро накапливаться в связи с нелинейностью рассматриваемого процесса, особенно в присутствии турбулентных режимов течения. В связи с этим проводится анализ чувствительности сетки для измерения точности моделирования в отношении количества ячеек сетки по температуре на выходе теплообменника. Расчетная сетка для компьютерного моделирования формировалась в модуле Ansys Fluent. Выбор вида сетки был основан на исследованиях теплообменных аппаратов с оребрением [24]. Сетка состоит из многогранных элементов с пограничным слоем

вблизи структур TPMS. Были приняты и сравнены пять размеров ячеек для двух геометрий TPMS оребрения с толщинами $\delta = 1$ мм и $\delta = 2$ мм. Разница температур на выходе из теплообменника, полученная на самой мелкой сетке, сравнивается с результатами, полученными на других сетках, и оценивается процентная разница. Результаты исследования независимости сетки двух моделей представлены на рис.4. Таким образом, для расчета использовались модели, процентное расхождение температур потока на выходе из теплообменника которых было меньше 1 % для экономии вычислительного времени и сохранения точности и стабильности расчета.

Результаты

В ходе численного эксперимента переноса тепла в канале с оребрением на основе TPMS типа Schoen's IWP были получены профили скорости для различных скоростей теплоносителя. Исходя из рис. 5 толщина δ незначительно влияет на форму потока при прохождении через оребрение. Так, увеличение толщины структуры смещает области завихрения и обратного тока, увеличивая кривизну основного потока, а также среднюю скорость потока. Повышение скорости в пористой вставке объясняется уменьшением пористости. В центрах ячейки наблюдаются завихрения, перемешивания и зоны обратного течения, которые препятствуют возникновению застойных областей и увеличивают теплоотдачу, что согласуется с другими исследованиями [15,17]. Также завихрения основного потока могут создавать винтовые движения по потоку, которые разрушают пограничный слой у поверхности оребрения, что улучшает коэффициент теплоотдачи.

Результаты текущего исследования теплопереноса в канале с оребрением на основе TPMS типа Schoen's IWP сравнены с результатами аналогичной задачи оребрения теплообменного устройства конструкцией TPMS Primitive[14] при равных характерных размерах: $a = 20$ мм, $\delta = 1$ мм и $a = 20$ мм, $\delta = 2$ мм. Результаты потерь давления и температуры на выходе из теплообменника с оребрением на основе поверхности Schoen's IWP и Primitive[14] представлены на рис. 6.

При скорости до 0,1 м/с теплообменное устройство с оребрением на основе Schoen's IWP демонстрирует увеличение переданной энергии до 18 % по сравнению с оребрением на основе Primitive. Увеличение потерь давления при этом составляет 42–48 % и, как отмечалось ранее, вызвано более сложной структурой потока, наличием завихрений, зон обратного течения, винтовых движений потока теплоно-

Свойства материалов, используемых в текущем исследовании
Properties of materials used in the current study

Область	Плотность, кг м ⁻³	Теплопроводность, Вт м ⁻¹ К ⁻¹	Теплоемкость, Дж кг ⁻¹ К ⁻¹	Вязкость, кг м ⁻² с ⁻¹
Теплоноситель	998,2	4182	998,2	1,003·10 ⁻⁶
Оребрение	2719	871	2719	—

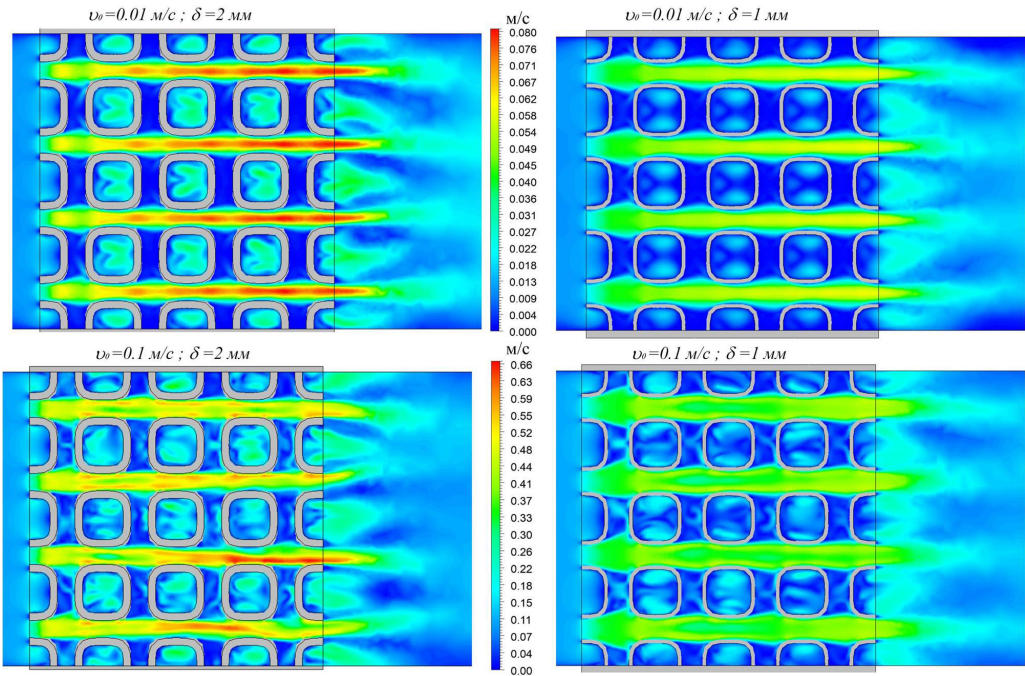


Рис. 5. Контурсы распределения скорости теплоносителя в канале с оребрением
Fig. 5. Contours of coolant velocity distribution in the finned channel

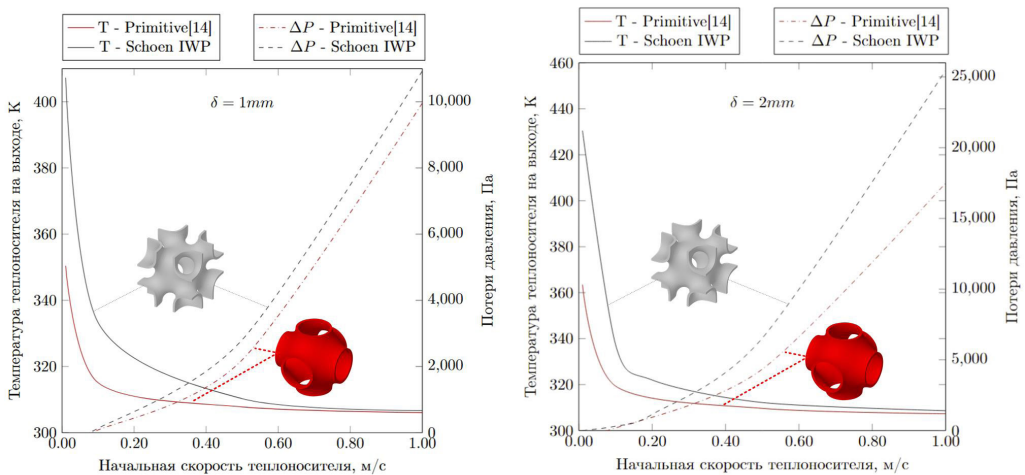


Рис. 6. Графики зависимости температуры и потерь давления от начальной скорости потока для канала с оребрением на основе Schoen's IWP и Primitive при геометрических характеристиках $a = 20$ мм, $\delta = 1$ мм, $\delta = 2$ мм
Fig. 6. Graphs of temperature and pressure loss dependence on initial flow velocity for the finned channel based on Schoen's IWP and Primitive with geometric characteristics $a = 20$ mm, $\delta = 1$ mm, $\delta = 2$ mm

сителя. Увеличение эффективности теплопередачи может объясняться большей теплопроводностью конструкции, большей площадью поверхности, большей извилистостью потока, что, соответственно, увеличивает время взаимодействия между жидкостью и твердой стенкой.

При скорости более 0,1 м/с разность количества переданной энергии обеих моделей незначительна. Высокая скорость потока приводит к интенсификации перемешивания и турбулизации, а соответственно и увеличению теплообмена в обеих конструкциях. Однако при уменьшении скорости влияние застойных зон увеличивается, что приводит к заметному снижению эффективности теплоотдачи в теплообменном устройстве на основе Primitive. Трубчатая форма потока вставки Primitive при низких скоростях потока способствует переходу потока в ламинарный режим, в то время как структура Schoen's IWP турбулизирует поток за счет закручиваний даже на низких скоростях потока.

Несмотря на линейное влияние теплопроводности от толщины стенки при совмещенной задаче, увеличение толщины стенки не приводит к значительному росту переданной энергии. В первую очередь это можно объяснить большим влиянием коэффициента теплоотдачи на термическое сопротивление по сравнению с теплопроводностью. Таким образом, для повышения эффективности переноса тепла большее внимание необходимо уделять гибридации

оребрения, снижению объема застойных зон, дополнительной турбулизации потока.

На рис. 7 представлены профили распределения температуры теплоносителя при установившемся режиме при применении оребрения на основе Schoen's IWP и Primitive [14]. Исходя из рис. 6 при скорости 0,1 м/с в передаче тепловой энергии задействовано меньшее количество рядов оребрения в вставке Schoen's IWP по сравнению с Primitive и потенциал оребрения Schoen's IWP в таком случае раскрыт не полностью. Это также является причиной равенства температур теплоносителя на выходе из теплообменника при больших начальных скоростях потока. Таким образом, увеличение объема оребрения Schoen's IWP при тех же граничных условиях будет приводить лишь к росту гидравлического сопротивления. Однако при использовании материалов оребрения с большей теплопроводностью модель Schoen's IWP может демонстрировать значительное увеличение эффективности оребрения за счет увеличения количества задействованных в теплоотдаче рядов и, соответственно, эффективной площади теплообмена.

Исходя из полученных результатов при проектировании теплообменных систем, для увеличения количества переданной энергии рекомендуется использование структуры Schoen's IWP. При необходимости минимизировать потери давления применение оребрения на основе Primitive может быть использовано для интенсификации теплообмена.

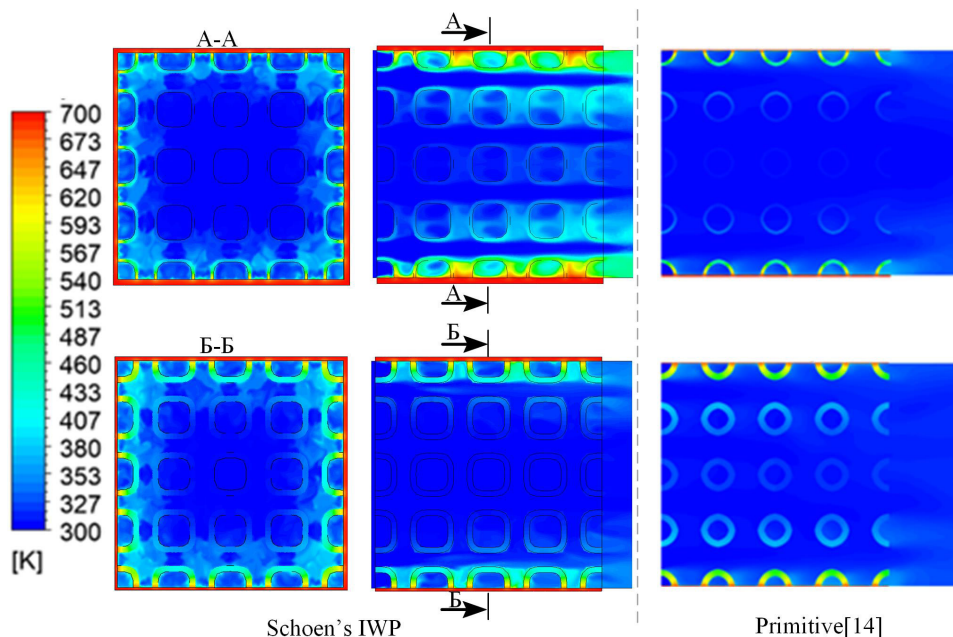


Рис. 7. Контуры распределения скорости теплоносителя в канале с оребрением на основе Schoen's IWP и Primitive при начальной скорости 0,1 м/с

Fig. 7. Velocity distribution contours of the heat carrier in a finned channel based on Schoen's IWP and Primitive at an flow velocity of 0.1 m/s

Заключение

В работе представлено исследование тепломассопереноса в каналах с оребрением, основанным на трижды периодических минимальных поверхностях типа Schoen's IWP. Исследование проводилось при помощи численного эксперимента, реализованного в программном комплексе Ansys. Численные модели были разработаны с использованием ячеек различной толщины и сравнены с другим типом TPMS. Основные результаты следующие:

1. Увеличение толщины структуры приводит к изменениям формы потока, кривизны и турбулизации. Толщина стенки ячейки значительно изменила тепловые характеристики теплообменника.

2. Количество рядов оребрения необходимо прогнозировать в зависимости от скорости потока и граничных условий. В рамках текущего исследования продемонстрировано, что часть оребрения не задействовано в теплообмене при скоростях потока более 0,1 м/с.

3. Наблюдалось непрерывное затухание обратного потока внутри оребрения с уменьшением толщины стенки.

4. В работе определены зависимости потерь давления потока, температуры теплоносителя на выходе из теплообменника от скорости потока и геометрических характеристик оребрения.

5. Увеличение эффективности теплопереноса при внедрении TPMS конструкции Schoen's IWP в теплообменное устройство до 18 % по сравнению с оребрением на основе Primitive.

6. Использование конструкции Schoen's IWP увеличивает потери давления на 42–48 % по сравнению с конструкцией Primitive.

Результаты исследования демонстрируют потенциал применения оребрения на основе TPMS поверхностей Primitive и Schoen's IWP. Однако для совершенствования оребрения необходимо рассмотреть и другие поверхности TPMS, которые могут повысить эффективность теплопередачи или снижение потерь давления потока, что является целью дальнейших исследований.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10044, rscf.ru/project/23-79-10044/.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Eremin A.V. et al. Mechanical properties of porous materials based on new triply periodic and minimal surfaces. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*. 2024. P. 1–17. DOI: 10.1080/15376494.2024.2303724
2. Дьяченко С.В. Физико-механические свойства модельного материала с топологией трижды периодических поверхностей минимальной энергии типа гироид в форме куба / Л.А. Лебедева, М.М. Сычёва, Л.А. Нефёдова // *Журнал технической физики*. 2018. Т.88, №.7. С. 1014–1017. DOI: 10.1134/S1063784218070101.
3. Gado M.G. et al. Adsorbent beds packed in triply periodic minimal surface-derived structures and their performance in adsorption desalination/cooling systems. *International Communications in Heat and Mass Transfer*. 2024. V. 150. P. 107205. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2023.107205
4. Thomas N. et al. 3D printed triply periodic minimal surfaces as spacers for enhanced heat and mass transfer in membrane distillation. *Desalination*. 2018. V. 443. P. 256–271. DOI: 10.1016/j.desal.2018.06.009
5. Gado M.G. Thermal management and heat transfer enhancement of electronic devices using integrative phase change material (PCM) and triply periodic minimal surface (TPMS) heat sinks. *Applied Thermal Engineering*. 2024. P. 124504. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2024.124504
6. Cheng Z. et al. Morphology, flow and heat transfer in triply periodic minimal surface based porous structures. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2021. V. 170. P. 120902. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.120902
7. Fan Z., Gao R., Liu S. A novel battery thermal management system based on P type triply periodic minimal surface. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2022. V. 194. P. 123090. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123090
8. Hsieh M.T., Valdevit L. Minisurf A. Minimal surface generator for finite element modeling and additive manufacturing. *Software Impacts*. 2020. V. 6. P. 100026. DOI: 10.1016/j.simpa.2020.100026
9. Attarzadeh R., Attarzadeh-Niaki S.H., Duwig C. Multi-objective optimization of TPMS-based heat exchangers for low-temperature waste heat recovery. *Applied Thermal Engineering*. 2022. V. 212. P. 118448. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118448
10. Yeranee K., Rao Y. A review of recent investigations on flow and heat transfer enhancement in cooling channels embedded with triply periodic minimal surfaces (TPMS). *Energies*. 2022. V. 15. N. 23. P. 8994. DOI: 10.3390/en15238994
11. Брагин Д.М., Еремин А.В. Исследование тепловых свойств пористых полимерных материалов на основе минимальных поверхностей Шварца // *Инженерный вестник Дона*. 2023. №. 9 (105). С. 36.
12. Брагин Д.М. Метод определения коэффициента эффективной теплопроводности пористого материала на основе минимальной поверхности типа Schoen's I-WP (R) / А.В. Еремин, А.И. Попов, А.С. Шульга // *Вестник Ивановского государственного энергетического университета*. 2023. №. 2. С. 61–68.
13. Qian C. et al. Experimental investigation on heat transfer characteristics of copper heat exchangers based on triply periodic minimal surfaces (TPMS). *International Communications in Heat and Mass Transfer*. 2024. V. 152. P. 107292. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2024.107292
14. Попов А.И., Еремин А.В., Кечин Н.Н. Исследование тепломассопереноса в канале с оребрением на

основе трижды периодической минимальной поверхности // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 49–56. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.07.

15. Брагин Д.М., Мустафин Р.М., Попов А.И., Зинина С.А., Еремин А.В. Исследование аэродинамических процессов в пористых материалах на основе трижды периодических минимальных поверхностей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2024. Т. 26, № 5. С. 66–78. DOI:10.30724/1998-9903-2024-26-5-66-78.

16. Bragin D.M., Popov A.I., Eremin A.V. The thermal conductivity properties of porous materials based on TPMS. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2024. V. 231. P. 125863. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.125863

17. Bragin D., Karpilov I., Pashchenko D. Flow dynamics through cellular material based on a structure with triply periodic minimal surface. *Chemical Engineering Science*. 2024. P. 120291. DOI: 10.1016/j.ces.2024.120291

18. Liang D. et al. Design, flow characteristics and performance evaluation of bioinspired heat exchangers based on triply periodic minimal surfaces. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2023. V. 201. P. 123620. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123620

19. Brakke K.A. The surface evolver. *Experimental mathematics*. 1992. V. 1. N. 2. P. 141–165. DOI: 10.1080/10586458.1992.10504253

20. Rajagopalan S., Robb R.A. Schwarz meets Schwann: design and fabrication of biomorphic and durataxic tissue engineering scaffolds. *Medical image analysis*. 2006. V. 10. N. 5. P. 693–712. DOI: 10.1016/j.media.2006.06.001

21. Kolken H.M.A. et al. Merging strut-based and minimal surface meta-biomaterials: Decoupling surface area from mechanical properties. *Additive Manufacturing*. 2022. V. 52. P. 102684. DOI: 10.1016/j.addma.2022.102684

22. Курганова О.Ю., Кудинов И.В., Клеблеев Р.М., Стефанюк Е.В., Гаврилова Т.Е. Аналитический метод определения толщины отложений на внутренних поверхностях теплообменников // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 1. С. 20–24. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.4.

23. Курганова О.Ю. Применение дополнительных искомых функций и локальных систем координат в задачах теплопроводности для многослойных строительных конструкций // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, № 3. С. 29–32. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.7.

24. Marcinkowski M. et al. Advancements in analyzing air-side heat transfer coefficient on the individual tube rows in finned heat exchangers: Comparative study of three CFD methods. *Energy*. 2024. V. 307. P. 132754. DOI: 10.1016/j.energy.2024.132754

REFERENCES

1. Eremin A.V. et al. Mechanical properties of porous materials based on new triply periodic and minimal surfaces. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*. 2024. P. 1–17. DOI: 10.1080/15376494.2024.2303724

2. Dyachenko S.V., Lebedeva L.A., Sycheva M.M., Nefyodova L.A. Physical and mechanical properties of model material with topology of triplicate periodic surfaces of minimum energy of gyroid type in the form of cube. *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki* [Journal of Technical Physics], 2018, vol. 88, no. 7, pp. 1014–1017. (in Russian) DOI: 10.1134/S1063784218070101

3. Gado M.G. et al. Adsorbent beds packed in triply periodic minimal surface-derived structures and their performance in adsorption desalination/cooling systems. *International Communications in Heat and Mass Transfer*. 2024. V. 150. P. 107205. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2023.107205

4. Thomas N. et al. 3D printed triply periodic minimal surfaces as spacers for enhanced heat and mass transfer in membrane distillation. *Desalination*. 2018. V. 443. P. 256–271. DOI: 10.1016/j.desal.2018.06.009

5. Gado M.G. Thermal management and heat transfer enhancement of electronic devices using integrative phase change material (PCM) and triply periodic minimal surface (TPMS) heat sinks. *Applied Thermal Engineering*. 2024. P. 124504. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2024.124504

6. Cheng Z. et al. Morphology, flow and heat transfer in triply periodic minimal surface based porous structures. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2021. V. 170. P. 120902. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.120902

7. Fan Z., Gao R., Liu S. A novel battery thermal management system based on P type triply periodic minimal surface. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2022. V. 194. P. 123090. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123090

8. Hsieh M.T., Valdevit L. Minisurf A. Minimal surface generator for finite element modeling and additive manufacturing. *Software Impacts*. 2020. V. 6. P. 100026. DOI: 10.1016/j.simpa.2020.100026

9. Attarzadeh R., Attarzadeh-Niaki S.H., Duwig C. Multi-objective optimization of TPMS-based heat exchangers for low-temperature waste heat recovery. *Applied Thermal Engineering*. 2022. V. 212. P. 118448. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118448

10. Yeranee K., Rao Y. A review of recent investigations on flow and heat transfer enhancement in cooling channels embedded with triply periodic minimal surfaces (TPMS). *Energies*. 2022. V. 15. N. 23. P. 8994. DOI: 10.3390/en15238994

11. Bragin D.M., Eremin A.V. Study of thermal properties of porous polymer materials based on minimal Schwartz surfaces. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Don Engineering Gazette], 2023, no. 9 (105), P. 36. (in Russian)

12. Bragin D.M., Eremin A.V., Popov A.I., Shulga A.S. Method for determining the coefficient of effective thermal conductivity of a porous material based on the minimum surface type Schoen's I-WP (R). *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta* [Bulletin of Ivanovo State Energy University], 2023, no. 2, pp. 61–68. (in Russian)

13. Qian C. et al. Experimental investigation on heat transfer characteristics of copper heat exchangers

based on triply periodic minimal surfaces (TPMS). International Communications in Heat and Mass Transfer. 2024. V. 152. P. 107292. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2024.107292

14. Popov A.I., Eremin A.V., Kechin N.N. Study of heat and mass transfer in a finned channel based on a three-time periodic minimum surface. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 49–56. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.07

15. Bragin D.M., Mustafin R.M., Popov A.I., Zinina S.A., Eremin A.V. Study of aerodynamic processes in porous materials based on three periodic minimal surfaces. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Problemy jenergetiki* [News of higher educational institutions. Energy challenges], 2024, vol. 26, no. 5, pp. 66–78. (in Russian) DOI: 10.30724/1998-9903-2024-26-5-66-78

16. Bragin D.M., Popov A.I., Eremin A.V. The thermal conductivity properties of porous materials based on TPMS. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2024. V. 231. P. 125863. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.125863

17. Bragin D., Karpilov I., Pashchenko D. Flow dynamics through cellular material based on a structure with triply periodic minimal surface. Chemical Engineering Science. 2024. P. 120291. DOI: 10.1016/j.ces.2024.120291

18. Liang D. et al. Design, flow characteristics and performance evaluation of bioinspired heat exchangers based on triply periodic minimal surfaces. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2023. V. 201. P. 123620. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123620

19. Brakke K.A. The surface evolver. Experimental mathematics. 1992. V. 1. N. 2. P. 141–165. DOI: 10.1080/10586458.1992.10504253

20. Rajagopalan S., Robb R.A. Schwarz meets Schwann: design and fabrication of biomorphic and durataxic tissue engineering scaffolds. Medical image analysis. 2006. V. 10. N. 5. P. 693–712. DOI: 10.1016/j.media.2006.06.001

21. Kolken H.M.A. et al. Merging strut-based and minimal surface meta-biomaterials: Decoupling surface area from mechanical properties. Additive Manufacturing. 2022. V. 52. P. 102684. DOI: 10.1016/j.addma.2022.102684

22. Kurganova O.Yu., Kudinov I.V., Klebleev R.M., Stefanyuk E.V., Gavrilova T.E. Analytical method for determining the thickness of deposits on the internal surfaces of heat exchangers. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2019, vol. 9, no. 1, pp. 20–24. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.4

23. Kurganova O.Yu. Application of additional desired functions and local coordinate systems in thermal conductivity problems for multilayer building structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2018, vol. 8, no. 3, pp. 29–32. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.7

24. Marcinkowski M. et al. Advancements in analyzing air-side heat transfer coefficient on the individual tube rows in finned heat exchangers: Comparative study of three CFD methods. Energy. 2024. V. 307. P. 132754. DOI: 10.1016/j.energy.2024.132754

Об авторах:

ЕРЕМИН Антон Владимирович

доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой промышленной
теплоэнергетики
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: a.v.eremin@list.ru

EREMIN Anton V.

Doctor of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Head of the Industrial Thermal Power Engineering Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: a.v.eremin@list.ru

БРАГИН Дмитрий Михайлович

ассистент, младший научный сотрудник кафедры
промышленной теплоэнергетики
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: dimabragin2204@yandex.ru

BRAGIN Dmitry M.

Assistant, Junior Researcher of the Industrial Thermal
Power Engineering Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: dimabragin2204@yandex.ru

Для цитирования: Еремин А.В., Брагин Д.М. Тепломассоперенос в канале с оребрением на основе трижды периодической поверхности типа SCHOEN'S IWP // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 18–26. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.03.

For citation: Eremin A.V., Bragin D.M. Heat and mass transfer in a channel with fins based on a triply periodic surface of the SCHOEN'S IWP type. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 18–26. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.03.

Д. В. ЗЕЛЕНЦОВ
А. А. ГЛИНСКАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ФРЕОНОВ В КАЧЕСТВЕ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

THE USE OF FREONS AS A WORKING FLUID IN HEAT PIPES
OF HEAT EXCHANGERS OF VENTILATION SYSTEMS

Большинство современных тепловых труб работает с аммиаком или водой в качестве рабочей жидкости. В последние годы выбор холодильного агента предпочтительно падает на галогенсодержащие углеводороды, такие как хладоны или фреоны, поскольку аммиак является опасным веществом. В статье представлены результаты расчетов величин массового расхода жидкости и максимальной теплопередающей способности тепловых труб с использованием различных фреонов.

Most modern heat pipes operate with ammonia or water as the working fluid. In the last 10-15 years, the choice of refrigerant has been preferentially falling on halogenated hydrocarbons, such as chladones or freons, since ammonia is a hazardous substance. The article presents the results of calculations of the values of liquid mass flow rate and maximum heat transfer capacity of heat pipes using various freons.

Ключевые слова: тепловая труба, фреон, утилизация тепла, низкопотенциальное тепло, рекуператор

Keywords: heat pipe, freon, heat recovery, low-grade heat, recuperator

Исследование утилизации низкопотенциального тепла вытяжного вентиляционного воздуха в жилых помещениях зданий представляет большой интерес с точки зрения энергосбережения и энергоэффективности [1]. Для реализации данного процесса используются различные виды теплоутилизаторов, которые можно разделить на три основные группы: рекуперативные, регенеративные и с промежуточным теплоносителем.

Теплообмен в регенеративных системах осуществляется с помощью теплоаккумулирующей массы. В данном процессе вытяжной воздух передает свою теплоту теплоаккумулирующей массе, которая нагревается. Затем аккумулированная теплота передается приточному воздуху. Теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем используют теплоноситель (раствор соли, гликоль и т. п.), циркулирующий между двумя теплообменниками. Данный вид утилизатора позволяет разделить приточный и вытяжной потоки, но за счет сложности конструкции они менее эффективны, чем другие типы. Также может использоваться тепловая насос для переноса тепла вытяжного воздуха к приточному воздуху, что позволяет повысить эффективность. В теплоутилизаторах-рекуператорах теплота одной среды (вытяжного воздуха) передается через разделятельную стенку другой среде (приточному воздуху). Одним из самых перспективных рекуператоров являются тепловые трубы [2, 3].

При их использовании выбор применяемых материалов и хладагентов является критически важным для обеспечения их эффективной работы в различных условиях эксплуатации. Материалы корпуса тепловой трубки должны обладать высоким коэффициентом теплопроводности, достаточной прочностью и устойчивостью к коррозии и хладагенту. Чаще всего используется медь, алюминий и сплавы на их основе. Для высокотемпературных применений используется также титан, нержавеющей сталь и сплавы с молибденом. Хладагент является рабочей жидкостью в тепловой трубке и отвечает за перенос тепла. Выбор хладагента зависит от нескольких факторов, включая желаемый диапазон температур, давление, теплопроводность и химические свойства [4]:

1. Аммиак (NH_3): наиболее распространенный хладагент, обладающий высокой теплопроводностью и низкой вязкостью. Умеренно токсичен, требует осторожного обращения.

2. Вода (H_2O): экологически безопасный и нетоксичный хладагент. Однако имеет сравнительно низкую теплопроводность и высокую удельную теплоемкость, что ограничивает его использование в высокопроизводительных приложениях.

3. Метанол (CH_3OH): обладает хорошей теплопроводностью и низкой вязкостью. Токсичен, требует использования специальных материалов и уплотнений.

4. Этанол (C_2H_5OH): похож на метанол, но менее токсичен. Может использоваться в пищевой и фармацевтической промышленности.

5. Ртуть (Hg): жидкий металл с высокой теплопроводностью, подходящий для высокотемпературных применений. Токсичен, требует специальных мер предосторожности.

6. Индий (In): жидкий металл, обладает низкой теплопроводностью, но высокой плотностью.

Выбор оптимального сочетания материалов и хладагента для конкретного применения тепловых труб требует тщательного рассмотрения факторов, включающих диапазон температур, требуемую тепловую мощность, совместимость материалов и безопасность.

Аммиак широко используется в качестве хладагента в холодильных системах и в различных промышленных процессах, таких как производство удобрений и взрывчатых веществ. Однако вместе с рядом преимуществ у аммиака имеются и серьезные недостатки, ограничивающие его применение. Достоинствами аммиака являются: высокая холодопроизводительность (высокое значение скрытой теплоты парообразования); низкая стоимость и доступность; хорошие термодинамические свойства. Недостатки аммиака: токсичность – он обладает резким, раздражающим запахом и токсичен для человека. Предельно допустимая концентрация (ПДК) аммиака в воздухе рабочих помещений составляет всего 20 мг/м^3 , а при концентрации $200\text{--}300 \text{ г/м}^3$ существует риск самопроизвольного взрыва; при сжатии в компрессорах аммиак развивает высокое давление, что создает дополнительные требования к конструкции и безопасности оборудования; коррозионная активность – аммиак коррозионно активен по отношению к определенным металлам и сплавам [5].

Галогенсодержащие углеводороды (**фреоны**) могут использоваться как альтернатива аммиаку, поэтому из-за своих недостатков аммиак часто заменяется фреонами. Преимущества фреонов: безопасность – фреоны нетоксичны и взрывобезопасны, что делает их предпочтительными для использования в жилых и коммерческих помещениях; низкое давление нагнетания – низкое давление нагнетания при сжатии позволяет использовать компрессоры меньших размеров; хорошие теплофизические свойства – фреоны обладают хорошими теплофизическими и термодинамическими характеристиками, что обеспечивает высокую эффективность холодильных систем; химическая нейтральность – фреоны химически нейтральны к большинству конструкционных материалов, что продлевает срок службы оборудования; низкий коэффициент озоноразрушения – хотя галогенсодержащие фреоны и способствуют разрушению озо-

нового слоя, их озоноразрушающий потенциал (ОРП) намного ниже, чем у других типов хладагентов, таких как хлорфторуглероды (ХФУ). Однако фреоны также имеют свои недостатки: высокая стоимость – фреоны, как правило, дороже аммиака, что может увеличить капитальные затраты на холодильную систему; потенциал глобального потепления (ПГП) – фреоны являются парниковыми газами и обладают высоким ПГП, что вносит свой вклад в изменение климата.

Таким образом, фреоны не могут полностью заменить аммиак благодаря его высокой холодопроизводительности и низкой стоимости. В определенных промышленных приложениях аммиак остается единственным экономически эффективным вариантом.

В последние годы ведется поиск альтернативных хладагентов, которые обладают высокой эффективностью, безопасностью и низким воздействием на окружающую среду. Среди перспективных вариантов можно назвать следующие [4]:

1. Гидрофторуглероды (ГФУ) – имеют низкий ПГП и ОРП, но их использование ограничено высоким давлением нагнетания.

2. Гидрофторалканы (ГФА) – обладают низким ПГП и ОРП, а также более низким давлением нагнетания, чем ГФУ.

3. Углекислый газ (CO_2) – является естественным хладагентом с нулевым ПГП и ОРП, но его использование связано с более высоким давлением и необходимостью специального оборудования.

4. Аммиак с низким зарядом – позволяет снизить риски, связанные с токсичностью и взрывоопасностью, сохраняя при этом высокую эффективность.

Выбор подходящего хладагента зависит от конкретного применения, требований к безопасности и воздействия на окружающую среду, в связи с чем появилась необходимость изучить возможность использования фреонов [6] в аммиачной тепловой трубе в качестве его замены (табл. 1).

В качестве базовых элементов для расчета принимался теплоноситель аммиак и тепловая труба (из профиля АС-КРА8.6-Р2) длиной $l = 1,0 \text{ м}$ с Ω -образным фитилем, которая имеет следующие характеристики [7, 8]:

- корпус трубы алюминиевый с наружным диаметром $d_o = 0,017 \text{ м}$;
- общая глубина комбинированной канавки $\delta = 0,0015 \text{ м}$;
- диаметр круглой части паза $d_n = 0,001 \text{ м}$;
- ширина трапециевидальной части паза $\omega' = 0,0004 \text{ м}$ и $\omega'' = 0,0003 \text{ м}$;
- число канавок $n = 25$;
- диаметр оси круглой части каналов $d = 0,0135 \text{ м}$;
- диаметр парового канала $d_v = 0,0115 \text{ м}$;

Таблица 1. Сравнительные характеристики хладагентов
Table 1. Comparative characteristics of refrigerants

Показатель	Фреон					Аммиак
	R-134A	R-22	R-125	R-410A	R-407C	
Плотность жидкости ρ_v , кг/м ³	1202,16	1184	1177,9	1051,91	1131,08	601
Вязкость жидкости μ_v , кг/(м·с)	0,0001261	0,000232	0,000125	0,000118	0,000149	0,000213
Поверх-ностное натяжение σ , Н/м	0,00802	0,00767	0,00355	0,0048	0,0067	0,0197
Скрытая теплота парообразования $\tilde{\tau}$, Дж/кг	176 080	180 387	105 390	191 318	188 880	1 160 000
Плотность пара ρ_v , кг/м ³	28,462	46,91	89,98	65,27	43,99	8,2
Вязкость пара μ_v , кг/(м·с)	0,00001254	0,00001279	0,00001425	0,00001406	0,00001279	0,00001104

- диаметр внутренний корпуса $d_i = 0,0145$ м;
- угол наклона трубы $\psi = 0$ рад;
- длина конденсаторной части $l_c = 0,127$ м;
- длина адиабатической части $l_a = 0,005$ м;
- длина испарителя $l_e = 0,85$ м.

Максимальная теплопередающая способность аммиачной тепловой трубы при заданной температуре пара $T_v = 300$ К может быть найдена из уравнения

$$Q_{\max} = m_{\max} \cdot \tilde{\tau}, \quad (1)$$

где $m_{\max}$ – максимальный массовый расход жидкости в фитиле; $\tilde{\tau}$ – скрытая теплота парообразования.

Исходя из капиллярных ограничений и используя стандартное выражение для баланса давлений, имеем

$$\Delta p_c = \Delta p_v + \Delta p_l + \Delta p_g, \quad (2)$$

и пренебрегая в первом приближении перепадом давлений в паровой фазе Δp_v ($\Delta p_l \gg \Delta p_v$), после подстановки соответствующих соотношений для Δp_c , Δp_l , Δp_g , получим:

$$\frac{2\sigma_l \cos \theta}{r_c} = \frac{\mu_l}{\rho_l \tilde{r}} \cdot \frac{Q l_{\text{eff}}}{A_w K} + \rho_l g l_{\text{eff}} \sin \psi, \quad (3)$$

где A_w – площадь поперечного сечения фитиля; K – коэффициент проницаемости фитиля; g – ускорение свободного падения, $g = 9,8$ м/с².

Раскрыв это равенство относительно массового расхода, получим [7]:

$$m = \frac{\rho_l K A_w}{\mu_l l_{\text{eff}}} \left\{ \frac{2\sigma_l}{r_c} \cos \theta - \rho_l g l_{\text{eff}} \sin \psi \right\}. \quad (4)$$

Значения, входящие в формулу (4), определяются по нижеприведенным формулам (5)–(10).

Площадь поперечного сечения фитиля:

$$A_{w,\Sigma} = n \cdot \frac{\pi d_n^2}{4} + n \cdot \frac{(w' + w'')}{2} \cdot \frac{(d_n - d_v)}{2}. \quad (5)$$

Пористость фитиля:

$$\varepsilon = \frac{A_{w,\Sigma}}{\frac{\pi}{4}(d_i^2 - d_v^2)}. \quad (6)$$

Коэффициент проницаемости фитиля:

$$K = 2\varepsilon \cdot r_{h,l}^2 / f_l \text{Re}_l. \quad (7)$$

Задавая режим движения жидкости ламинарным, значение показателя $f_l \text{Re}_l$ принимаем равным 16.

Гидравлический радиус открытой комбинированной канавки:

$$r_{h,l} = \frac{2A_{w,\Sigma} / n}{\alpha}, \quad (8)$$

где α – смоченный периметр канавки.

$$\alpha = \pi \cdot d_n - w'' + 2c. \quad (9)$$

Эффективная длина составит

$$l_{\text{eff}} = l_a + \frac{l_c + l_e}{2}. \quad (10)$$

При проведении сравнительного анализа был выполнен расчет массового расхода жидкости для аммиака, в результате максимальная теплопередающая способность тепловой трубы, заполненной аммиаком, составляет $Q = m \times \tilde{\tau} = 0,304 \times 10^{-3} \times 1,16 \times 10^6 = 352,64$ Вт [7, 8].

Далее аналогичным способом были произведены расчеты для получения сравнительных величин массового расхода жидкости и мак-

симальной теплопередающей способности тепловой трубы с использованием различных фреонов (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительные данные теплопередающей способности
Table 2. Comparative heat transfer data

Показатель	Фреон					Аммиак
	R-134A	R-22	R-125	R-410A	R-410A	
<i>m</i> , кг/с	0,0004184	0,0002142	0,0001831	0,000234	0,0001279	0,0003049
<i>Q</i> , Вт	73,67	38,64	19,29	44,76	52,59	352,64

Вывод. Сравнительный анализ использования фреонов в качестве альтернативного теплоносителя вместо аммиака показал возможность их применения в данном качестве. Однако теплопередающая способность тепловой трубы из профиля АС-КРА8.6-Р2 длиной $l = 1,0$ м с Ω -образным фитилем, которая использовалась как базовый элемент для сравнительного расчета, снижается при этом в диапазоне от 4,8 до 18,3 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пуринг С.М., Ватузов Д.Н. Оптимизация выбора способа теплоснабжения жилых многоквартирных домов // Инновационные стратегии развития экономики и управления: сб. статей / СГАСУ. Самара, 2015. С. 313–316.

2. Чи С. Тепловые трубы: теория и практика / пер. В.Я. Сидорова. М.: Машиностроение, 1981. 207 с.

3. Matveev A., Zelentsov D., Louks A. Heat pipes as perspective base elements of heat recovery in heat supply and ventilating systems // MATEC Web of Conferences. 2017. P. 06016.

4. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. М.: Колос, 2000. 160 с.

5. Кисс В.В., Евдокимов А.А. Обеспечение безопасности при проектировании аммиачных холодильных установок. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 81 с.

6. Тимофеев А. В. Исследование влияния капиллярной структуры термосифона на его тепловую мощность с теплоносителями R134a, R410a, R407c // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. 2023. № 3(8). С. 56–66. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-3-56-66.

7. Лукс А.Л., Матвеев А.Г. Анализ основных расчетных и экспериментальных теплофизических характеристик аммиачных тепловых труб повышенной тепловой проводимости из алюминиевых сплавов // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. 2008. № 3 (62). С. 331–357.

8. Лукс А.Л., Матвеев А.Г., Зеленцов Д.В. Методика расчета тепловых труб, отводящих тепло от тепловыделяющей поверхности // Градостро-

ительство и архитектура. 2018. Т.8, № 1. С. 35–39. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.01.6.

REFERENCES

1. Puring S.M., Vatzov D.N. Optimization of the choice of heat supply method for residential apartment buildings. *Innovacionnye strategii razvitiya jekonomiki i upravlenija: sb. statej* [Innovative strategies for the development of the economy and management: Sat. articles]. Samara, SGASU, 2015, pp. 313–316. (In Russian).

2. Chi S. *Teplovye truby: teorija i praktika* [Heat Pipes: Theory and Practice]. Moscow, Mechanical Engineering, 1981. 207 p.

3. Matveev A., Zelentsov D., Louks A. Heat pipes as perspective base elements of heat recovery in heat supply and ventilating systems. *MATEC Web of Conferences*. 2017. P. 06016.

4. Babakin B.S., Stefanchuk V.I., Kovtunov E.E. *Al'ternativnye hladagenty i servis holodil'nyh sistem na ih osnove* [Alternative refrigerants and service of refrigeration systems based on them]. Moscow, Kolos, 2000. 160 p.

5. Kiss V.V., Evdokimov A.A. *Obespechenie bezopasnosti pri proektirovanii ammiachnyh holodil'nyh ustanovok* [Safety Assurance in the Design of Ammonia Refrigeration Units]. St. Petersburg, ITMO University, 2016. 81 p.

6. Timofeev A. V. Study of the influence of the capillary structure of a thermosyphon on its thermal power with coolants R134a, R410a, R407c. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta imeni V.G. Shuhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], 2023, no. 3(8), pp. 56–66. (in Russian) DOI: 10.34031/2071-7318-2022-8-3-56-66

7. Luks A.L., Matveev A.G. Analysis of basic design and experimental thermophysical characteristics of ammonia heat pipes of increased thermal conductivity from aluminum alloys. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennonauchnaja serija* [Bulletin of Samara State University. Natural Science Series], 2008, no. 3 (62), pp. 331–357. (in Russian)

8. Luks A.L., Matveev A.G., Zelentsov D.V. Methods of calculation of heat pipes removing heat from the heat-generating surface. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2018, vol. 8, no. 1, pp. 35–39. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.01.6

Об авторах:

ЗЕЛЕНЦОВ Данила Владимирович

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой теплогазоснабжения
и вентиляции

Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: tgv@samgtu.ru

ZELENTSOV Danila V.

PhD of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair
Samara State Technical University

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: tgv@samgtu.ru

ГЛИНСКАЯ Арина Алексеевна

аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: a-glinskaia@mail.ru

GLINSKAYA Arina Al.

Post-graduate Student of the Heat and Gas Supply
and Ventilation Chair

Samara State Technical University

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: a-glinskaia@mail.ru

Для цитирования: Зеленцов Д.В., Глинская А.А. Применение фреонов в качестве рабочей жидкости в тепловых трубах теплообменников систем вентиляции // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 27–31. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.04.

For citation: Zelentsov D.V., Glinskaya A.A. The use of freons as a working fluid in heat pipes of heat exchangers of ventilation systems. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 27–31. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.04.



ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «САМАРАСТРОЙИСПЫТАНИЯ»



Проведение сертификационных испытаний строительной продукции; экспериментальных и опытных образцов зданий и сооружений в процессе приемки и эксплуатации; испытание серийно выпускаемой продукции; периодические испытания образцов, взятых в торговле; проверка состояния производства; обследование зданий и сооружений; выполнение судебных экспертиз в области строительства



Надежда Владимировна КОНДРАТЬЕВА
кандидат технических наук, доцент



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194
(846) 242-50-87
samstroyisp@gmail.ru

А. О. ХОМУТОВ
А. П. УСАЧЕВ
А. В. РУЛЕВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОСТОЯННОГО МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ФИЛЬТРА С РАЗМЕЩЕНИЕМ В ОДНОМ КОРПУСЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРУЮЩИХ КАССЕТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ И ТОНКОЙ ОЧИСТКИ

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CONTINUOUS MONITORING
OF THE PERFORMANCE OF A TWO-STAGE FILTER WITH THE PLACEMENT
OF CYLINDRICAL FILTER CASSETTES OF PRELIMINARY
AND FINE CLEANING IN ONE HOUSING**

Существующая газовая практика не располагает данными постоянного мониторинга производительности двухступенчатого фильтра с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки. В результате этого снижается безопасность работы газового оборудования, установленного за регулятором давления. В работе получены расчетные выражения по определению предельных величин потерь давления и производительности двухступенчатых фильтров с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки. При достижении этих предельных величин производится автоматическое переключение подачи газа на фильтр, расположенный на резервной секции редуцирования. Предложена схема постоянного мониторинга предельных величин потерь давления и производительности на двухступенчатых фильтрах с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих картриджей предварительной и тонкой очистки. Разработанная схема автоматически включает подачу газа на резервный фильтр и информирует диспетчерскую службу и обслуживающих работников по беспроводной связи при достижении предельных величин потерь давления и производительности.

Ключевые слова: метод автоматического контроля, предельный перепад давления, пропускная способность, двухступенчатый фильтр, размещение в одном корпусе, цилиндрический фильтрующий картридж, предварительная и тонкая очистка

The existing gas practice does not have data on continuous monitoring of the performance of a two-stage filter with cylindrical filter cartridges of preliminary and fine cleaning placed in one housing. As a result, the safety of the gas equipment installed behind the pressure regulator is reduced. The calculated expressions for determining the limiting values of pressure losses and productivity of two-stage filters with placement of cylindrical filter cassettes of preliminary and fine cleaning in one housing are obtained. When these limits are reached, the gas supply is automatically switched to the filter located on the backup reduction section. The paper also proposes a scheme for constant monitoring of the limiting values of pressure losses and productivity on two-stage filters with the placement of cylindrical filter cartridges of preliminary and fine cleaning in one housing. The developed scheme automatically turns on the gas supply to the backup filter and informs the dispatching service and maintenance workers wirelessly when the maximum values of pressure losses and productivity are reached.

Keywords: automatic control method, limit, pressure drop, throughput two-stage filter, placement in one housing, cylindrical filter cartridge, preliminary and fine cleaning

Введение. В последние десятилетия растет объем применения пунктов регулирования газа (ПРГ) высокой производительности. Современные ПРГ имеют в своем составе не менее

двух одинаковых линий редуцирования – рабочих и резервной, каждая из которых оснащена фильтрами предварительной и тонкой очистки газа, рабочим и резервным регуляторами дав-

ления, запорной и предохранительной арматурой, отключающими устройствами [1].

С ростом объемов использования таких ПРГ увеличивается потребность в фильтрах высокой производительности с малой металлоемкостью. Однако в существующей технической литературе отсутствуют рекомендации по данному вопросу [2–8]. В целях устранения этого недостатка разработана конструкция установки в объем корпуса 1 (рис. 1) кассет фильтрующих (КФ) предварительной 6 и тонкой 7 очистки на минимально допустимом удалении $\delta_{\min}$ друг от друга. При этом удалении сетка 6 не засоряется больше, чем когда $\delta_{\phi} > \delta_{\min}$ [9].

Результаты испытаний фильтров двухступенчатых (ФД) при степени засорения 70 % для фильтров предварительной очистки и 65 % для фильтров тонкой очистки свидетельствуют о росте δ_{ϕ} до величины $\delta_{\phi} = 8,4$ мм, после чего потери давления становятся постоянными и уже не реагируют на рост δ_{ϕ} [10, 11].

Полученные экспериментальные данные указывают на целесообразность регенерации ФД предварительной очистки при степени их засорения 70 %. Замена ФД тонкой очистки целесообразна при степени засорения 65 % [11].

Проведенное экономическое сравнение свидетельствует, что раздельное размещение ФД предварительной и тонкой очистки в 1,65 раза увеличивает интегральные затраты по сравнению с установкой кассет 6 и 7 в одном корпусе на минимально допустимом удалении $\delta_{\min}$ друг от друга [12].

Учитывая, что такие фильтры следует устанавливать как на рабочих, так и на резервных линиях редуцирования [1], экономия интегральных затрат пропорционально увеличивается. Данное техническое решение защищено патентом № 174446 [9].

В то же время использование ФД большой производительности повышает вероятность убытков эксплуатационных организаций вследствие недопоставок газа, обусловленных засорением КФ раньше назначенного срока.

Сокращение поставок газа потребителю может быть вызвано преждевременным засорением КФ, обусловленным ростом в нем механических примесей. Это в свою очередь обуславливает потери давления на нем сверх максимально допустимого $\Delta P_{\text{м.д.}}$, а затем и предельного $\Delta P_{\text{пр}}$ значений и приводит к сокращению производительности КФ ниже расчетной.

Здесь под максимально допустимыми потерями $\Delta P_{\text{м.д.}}$ на КФ понимается величина, при достижении которой должна проводиться процедура удаления механических примесей из ФД согласно [1].

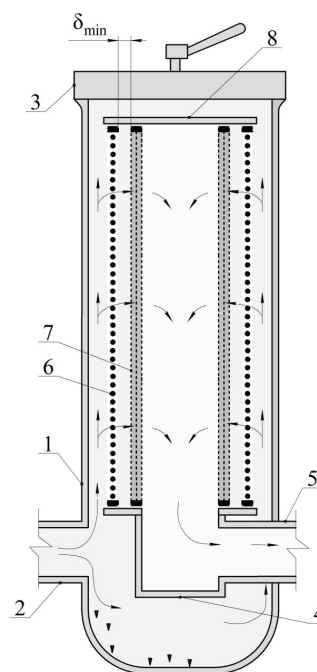


Рис. 1. Схематическое устройство ФД с размещенными в объеме одного корпуса КФ предварительной и тонкой очистки: 1 – корпус; 2, 5 – вход и выход газа; 3 – крышка; 4 – стакан; 6, 7 – КФ предварительной и тонкой очистки; 8 – общая крышка для КФ

Fig. 1. Schematic TF device with pre- and fine cleaning FC placed in the volume of one housing: 1 – housing; 2, 5 – gas inlet and outlet; 3 – lid; 4 – glass; 6, 7 – FC of preliminary and fine cleaning; 8 – general cover for FC

Под предельными потерями $\Delta P_{\text{пр}}$ на КВ предварительной и тонкой очистки понимается величина, при превышении которой производительность сокращается до предельной $V_{\text{пр}}$ из-за засорения КФ. Предельное значение производительности $V_{\text{пр}}$ следует принимать не менее максимального расчетного расхода газа V_{max} устанавливаемого [1].

В целях совершенствования мониторинга фильтрации газа [13] предложено осуществлять предварительное оповещение эксплуатационного персонала об очередном удалении механических примесей. При этом необходимо обеспечить запас дальнейшего падения давления на цилиндрических КФ (ЦКФ) предварительной и тонкой очистки [14, 15], достаточный по продолжительности для подготовки к операции очистки до момента достижения перепада давления $\Delta P_{\text{м.д.}}$.

Однако производительность фильтрации может опуститься сверх предельного значения $V_{\text{пр}}$ еще до времени достижения $\Delta P_{\text{м.д.}}$ и $\Delta P_{\text{пр}}$. Это вызвано тем, что расчетная площадь кассет в существующей газовой практике [1] определяется для пропуска максимального расхода газа V_{max} .

когда она еще не засорена механическими примесями. Если произойдет преждевременное засорение, КФ с такой расчетной поверхностью не обеспечит максимальный расход газа $V_{\max}$. Учитывая это, расчет максимального расхода газа $V_{\max}$ и расчетной площади целесообразно проводить в момент достижения на фильтре предельного значения $\Delta P_{\text{пр}}$.

В настоящее время рекомендации по определению и постоянному контролю величин $\Delta P_{\text{пр}}$ и $V_{\text{пр}}$ на ФД отсутствуют [16–20]. Это заставляет разрабатывать:

- расчетные зависимости по вычислению $\Delta P_{\text{пр}}$ и $V_{\text{пр}}$;
- системы постоянного мониторинга $\Delta P_{\text{пр}}$ и $V_{\text{пр}}$.

Рассмотрим отдельно каждую из указанных задач.

Получение расчетных формул по вычислению предельных потерь давления и производительности на двухступенчатых газовых фильтрах

Расчетная зависимость по определению предельных потерь давления на двухступенчатых газовых фильтрах будет иметь следующий вид:

$$\Delta P_{\text{пр}} = \Delta P_{\text{м.д}} + \Delta P_{\text{с.мах}}. \quad (1)$$

В данном выражении значение максимальной суммарной плюсовой поправки $\Delta P_{\text{с.мах}}$ к максимально допустимым потерям давления $\Delta P_{\text{м.д}}$ включает в себя: ошибки измерения давления, погрешности прибора постоянного контроля и телеметрических устройств.

По заранее известной величине $\Delta P_{\text{пр}}$, полученной по формуле (1), можно в автоматическом режиме переключать подачу газа на резервную линию редуцирования, если уменьшится производительность до $V_{\text{пр}}$ в случае засорения кассет.

Расчетная зависимость по определению предельного значения пропускной способности на двухступенчатых газовых фильтрах, согласно требованиям [1], будет иметь следующий вид:

$$V_{\text{пр}} + \Delta V_{\text{с.мах}} \geq \left(\frac{2 \cdot g \cdot \Delta P_{\text{пр}} \cdot F_{\text{р.з}}^2}{\zeta_{\text{Фр.з}} \cdot \rho_{\text{г}}} \right)^{0,5} + \Delta V_{\text{с.мах}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{пр}}$ – предельное значение производительности двухступенчатых газовых фильтров с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки; $\text{м}^3/\text{с}$; $\rho_{\text{г}}$ – плотность газа, $\text{кг}/\text{м}^3$; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; $F_{\text{р.з}}$ –

расчетная площадь свободного сечения КФ, м^2 ; $\zeta_{\text{Фр.з}}$ – коэффициент местных сопротивлений КФ; $\Delta V_{\text{с.мах}}$ – максимальное значение суммарной плюсовой поправки к $V_{\text{мах}}$.

Значение $V_{\text{пр}}$ в формуле (2), согласно [1], принимается равным максимальному расходу газа $V_{\text{мах}}$, а значение $V_{\text{мах}}$ принимается согласно техническим характеристикам газовых приборов и оборудования. Величина $F_{\text{р.з}}$ в формуле (2) принимается при максимальном расходе газа и при предельных потерях давления на КФ. Коэффициент $\zeta_{\text{Фр.з}}$ принимается при достижении предельных потерь давления согласно [21].

Анализ формулы (2) показывает следующее:

1. С приближением перепада давления к величине $\Delta P_{\text{пр}}$ значение $F_{\text{р.з}}^2$ – квадрата площади свободного сечения КФ, по мере его засорения механическими примесями быстро уменьшается. В этом случае для сохранения постоянного темпа роста величины $\Delta P_{\text{пр}}$ следует сокращать пропускную способность, что недопустимо, с учетом основного требования к выбору ФД – производительность принимается равной максимальному расходу газа $V_{\text{мах}}$.

2. Из выражения (2) следует, что значение предельных потерь давления на фильтрующей кассете предварительной очистки принимается равным $\Delta P_{\text{пр}}$ [1] при выполнении следующих условий:

- фильтр, засоренный механическими примесями в период перед очередным техническим обслуживанием, следует рассчитывать на подачу максимального расхода газа $V_{\text{мах}}$;
- величина фильтрующей площади $F_{\text{р.з}}$ должна учитывать возможность ее засорения в момент перед очередным техническим обслуживанием;
- скорость фильтрации газа через сетки ЦФК, определяемая как $V_{\text{мах}} / F_{\text{р.з}}$, должна обеспечивать качественный процесс осаждения твердых частиц без деформации фильтрующего картриджа.

3. Расчет потерь давления ΔP по формуле (2) в зависимости от производительности V в эксплуатационной практике осуществляется с помощью таблиц или графиков. Предприятие, изготавливающее ФД, прилагает их к руководству по эксплуатации. Однако их применение приводит к ошибкам при определении фильтрующей площади $F_{\text{р.з}}$, поскольку указанные таблицы и графики не учитывают засорение фильтрующих сеток перед очередным удалением загрязнений.

Площадь $F_{\text{р.з}}$ для пропуска производительности $V = V_{\text{мах}}$ при потерях давления на ДФ, равной $\Delta P_{\text{пр}}$, предприятия по изготовлению газового оборудования не осуществляют.

В сложившейся ситуации эксплуатационные организации не располагают данными по производительности V существующих фильтров при $\Delta P_{пр}$. При этом весьма вероятным является сценарий, когда потери давления на КФ еще не достигли величины $\Delta P_{пр}$, а производительность уже снизилась и стала ниже $V_{пр}$.

Создавшаяся ситуация при снижении производительности ниже предельного значения $V_{пр}$ заставляет изыскивать методы непрерывного мониторинга, при которых достигается отключение газа на рабочую линию редуцирования и одновременная подача газового топлива на резервную линию редуцирования.

Для реализации методов обеспечения предельной производительности $V_{пр} = V_{max}$, приведенных в выражениях (1) и (2), следует изыскивать

схемы непрерывного мониторинга $\Delta P_{пр}$ и $V_{пр}$, компенсирующие недостатки существующих графиков производительности, прилагаемых предприятиями по изготовлению газового оборудования.

Разработка схемы постоянного мониторинга предельных значений потерь давления и производительности двухступенчатого фильтра с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки

С целью устранения роста потерь давления сверх $\Delta P_{пр}$ и сокращения производительности ниже $V_{пр}$ разработано устройство непрерывного контроля (рис. 2). Направления течения газа и движение электрических сигналов показаны стрелками.

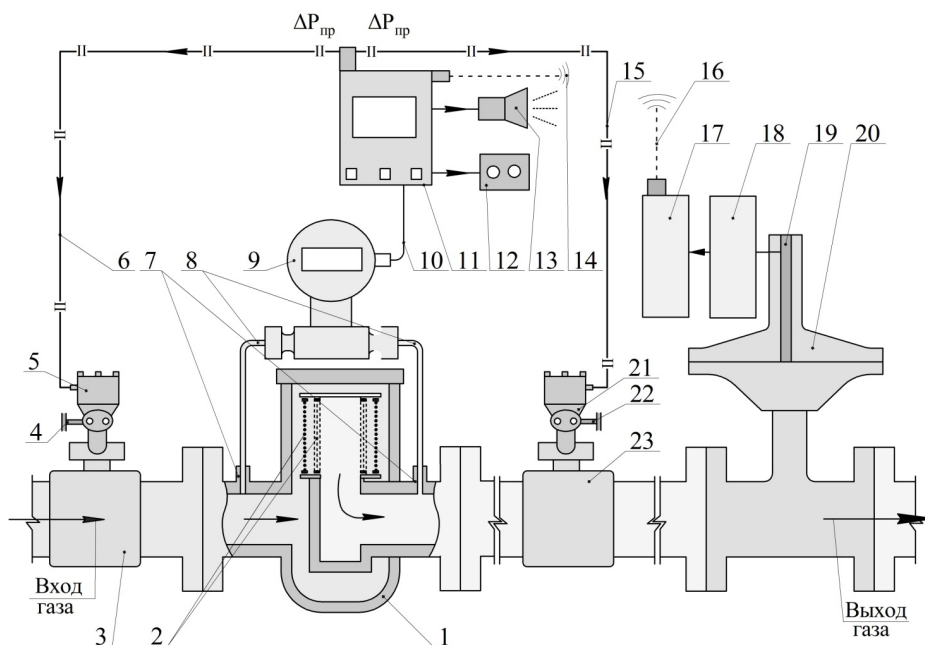


Рис. 2. Схема постоянного мониторинга предельных значений потерь давления и производительности двухступенчатого фильтра: 1 – фильтр двухступенчатый с размещением в одном корпусе КФ предварительной и тонкой очистки; 2 – кассеты фильтрующие предварительной и тонкой очистки; 3, 23 – краны запорно-регулирующие; 4, 22 – устройства ручной регулировки кранов 3 и 23; 5, 21 – устройства электромеханической регулировки кранов 3 и 23; 6, 10, 15 – провода электрические; 7 – патрубки; 8 – трубки подачи импульсов давления газа; 9 – манометр-преобразователь дифференциального типа; 11 – прибор постоянного мониторинга предельных значений потерь давления двухступенчатого фильтра; 12, 13 – устройства для подачи светового и звукового сигналов; 14, 16 – устройства обеспечения беспроводной связи с диспетчерским пунктом; 17 – прибор непрерывного мониторинга производительности; 18 – блок управления электронный; 19 – датчик вертикального перемещения, встроенный в регулятор давления 20

Fig. 2. The scheme of constant monitoring of the limit values of pressure losses and performance of a two-stage filter: 1 – a two-stage filter with pre- and fine cleaning in one housing; 2 – filter cassettes for pre- and fine cleaning; 3, 23 – shut-off valves; 4, 22 – devices for manual adjustment of cranes 3 and 23; 5, 21 – devices for electromechanical adjustment of cranes 3 and 23; 6, 10, 15 – electric wires; 7 – nozzles; 8 – tubes for supplying gas pressure pulses; 9 – differential type pressure gauge converter; 11 – a device for constant monitoring of the limit values of pressure losses of a two-stage filter; 12, 13 – devices for supplying light and sound signals; 14, 16 – devices for providing wireless communication with the control room; 17 – a continuous performance monitoring device; 18 – an electronic control unit; 19 – a vertical displacement sensor built into the pressure regulator 20

Работа предлагаемого устройства по постоянному мониторингу предельных значений производительности двухступенчатого фильтра осуществляется следующим образом. Из распределительного газопровода в двухступенчатый газовый фильтр 1 поступает газовое топливо с находящимися в нем механическими примесями. В период работы фильтр 1 засоряется и потери давления на КФ поднимаются до значения $\Delta P_{пр}$. Указанные потери давления на штуцерах 7, установленных на фильтрующих кассетах 2, по трубкам 8 поступают на манометр 9, где преобразуются в пропорциональный электрический сигнал, после чего поступают через трубку 10 на прибор непрерывного контроля 11, который посредством световых и звуковых сигналов 12 и 13 и мобильной связи 14 оповещает диспетчерский службу и обслуживающих работников.

Для предупреждения повышения потерь давления на двухступенчатом фильтре 1 при достижении предельных величин $\Delta P_{пр}$ прибор 11 через провода 6 и 15 и устройства 5 и 21 перекрывает запорно-регулирующие краны 3 и 23.

В случае уменьшения производительности ниже предельного значения $V_{пр} = V_{max}$ датчик перемещения 19, встроенный в регулятор давления 20, передает пропорциональный сигнал на электронный блок управления 18. Принцип работы штока клапана 19 основан на его вертикальном перемещении, преобразуемом затем в непрямое значение расхода газа с помощью электронного блока управления 18. После этого сигнал от блока управления 18 поступает в прибор непрерывного мониторинга 17, который передает этот сигнал 16 в диспетчерский пункт. Диспетчерский пункт, получив данные по снижению производительности ФД ниже значения V_{max} , посылает сигнал 14 на прибор 11, который через электрические провода 6 и 15 и устройства электромеханической регулировки 5, 21 закрывают краны запорно-регулирующие 3 и 23.

Таким образом, применение предлагаемых устройств контроля $\Delta P_{пр}$ и $V_{пр}$ повышает надежность и безопасность работы КФ предварительной и тонкой очистки, установленных в объеме одного корпуса двухступенчатого фильтра, и предотвращает риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с отклонением падения давления и производительности сверх предельных значений.

Выводы. 1. В существующей газовой практике отсутствуют рекомендации постоянного мониторинга предельных величин потерь давления $\Delta P_{пр}$ и производительности $V_{пр}$ для предложенной конструкции фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки, расположенных внутри одного двухступенчатого фильтра на минимальном расстоянии друг от друга.

2. Получены выражения, устанавливающие предельные значения потерь давления $\Delta P_{пр}$ (формула 1) и производительности $V_{пр}$ (формула 2), при достижении которых осуществляется переключение поступления газа на резервную линию редуцирования в автоматическом режиме и одновременно отключение поступления газа на засоренный двухступенчатый фильтр.

3. Разработана система постоянного мониторинга для фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки, установленных внутри двухступенчатых фильтров, переключающая поступление газа на резервную линию редуцирования в автоматическом режиме и одновременно отключающая поступление газа на засоренный двухступенчатый фильтр, если они достигнут предельных значений потерь давления $\Delta P_{пр}$ и производительности $V_{пр}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. М.: ГУП ЦПП, 2003. 168 с.
- Промышленное газовое оборудование: справочник. 6-е изд., перераб. и доп. Саратов: Газовик, 2013. 1125 с.
- Биргер М. И., Вальдберг А. Ю., Мягков Б. И. Справочник по пыле- и золоулавливанию. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312 с.
- Mokhtab S., Poe W.A. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Second Edition. Elsevier Inc. 2012. 802 p.
- Guo B., Ghalambor A. Natural Gas Engineering Handbook: 2nd edition. Gulf Publishing Company. Houston. Texas. 2012. 472 p.
- Sutherland K. Filters and Filtration Handbook – 5 edition. Elsevier Science. 2008. 523 p.
- Шур И. А. Газорегуляторные пункты и установки. Л.: Недра, 1985. 288 с.
- Trevor S. Filters and Filtration Handbook – 5 edition. Elsevier Butterworth Heinemann. 2016. 444 p.
- Устройство для очистки от твердых частиц природного газа высокого давления: пат. на полезную модель 174446 Российская Федерация, МПК B01D 46/24 / Шурайц А.Л., Усачев А.П., Хомутов А.О., Рулев А.В.; заявитель и патентообладатель АО «Головной научно-исследовательский и проектный институт по распределению и использованию газа (АО «Гипрониигаз»)). № 2017111708; заявл. 06.04.17; опубл. 13.10.17, Бюл. № 29. 4 с.
- Обоснование применения и разработка газовых фильтров с цилиндрическими фильтрующими элементами предварительной и тонкой очистки, размещаемыми в одном корпусе / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, А.О. Хомутов и др. // Региональная архитектура и строительство. 2017. № 3 (32). С. 165–171.
- Разработка принципов повышения эффективности газовых фильтрующих картриджей грубой

и тонкой очистки большой пропускной способности / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, А.О. Хомутов и др. // Газовая промышленность. 2018. № 52 (770). С. 14–22.

12. Техничко-экономическое моделирование цилиндрических фильтрующих элементов предварительной и тонкой очистки на основе их размещения в одном корпусе установки газовой очистки / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, А.О. Хомутов и др. // Нефтегазовое дело. 2018. Т. 16, № 2. С. 114–122.

13. Густов С.В. Высокотехнологичные ГРП – путь к повышению надежности газораспределительных сетей // Газ России. 2010. № 41. С. 56–60.

14. Устройство для очистки от твердых частиц природного газа высокого давления: пат. на полезную модель 117566 Российская Федерация, МПК F17D 3/00 / Усачев А.П., Шурайц А.Л., Густов С.В., Желанов В.П., Рулев А.В., Усачев М.А., Шерстюк П.В.; заявитель и патентообладатель Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (RU). № 2011147260; заявл. 21.11.11; опубл. 27.06.12, Бюл. № 20. 4 с.

15. Густов С. В., Шурайц А.Л. Разработка рекомендаций по автоматическому контролю значений падения давления на сетчатых газовых фильтрах // Нефтегазовое дело. 2014. № 4. С. 302–323.

16. Белоусов В. В. Теоретические основы процессов газоочистки. М.: Металлургия, 1988. 256 с.

17. Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрыбин Г.М. Очистка газов и воздуха в химической промышленности. СПб.: Химия, 1993. 320 с.

18. Мазус М.Г., Мальгин А.Д., Моргулис М.Л. Фильтры для улавливания промышленных пылей. М.: Машиностроение, 1985. 240 с.

19. Tien Ch. Principles of Filtration. Elsevier, Oxford, 2013. 360 p.

20. Hutten I.M. Handbook of Nonwoven Filter Media 2nd Edition. Butterworth Heinemann, 2016. 660 p.

21. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975. 559 с.

REFERENCES

1. SP 42-101-2003. General provisions on the design and construction of gas distribution systems made of metal and polyethylene pipes. Moscow: GUP CPP, 2003. 168 p. (In Russian)

2. *Promyshlennoe gazovoe oborudovanie: spravochnik. 6-e izd., pererab. i dop* [Industrial gas equipment: a reference book. 6th ed., reprint. and an additional one]. Saratov, Gazovik, 2013. 1125 p.

3. Birger M. I., Waldberg A. Yu., Myagkov B. I. *Spravochnik po pyle- i zoloulavlivaniyu. 2-e izd., pererab. i dop.* [Handbook of dust and ash collection. 2nd ed., reprint. and additional]. Moscow, Energoatomizdat, 1983. 312 p.

4. Mokhatab S., Poe W.A. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Second Edition. Elsevier Inc. 2012. 802 p.

5. Guo B., Ghalambor A. Natural Gas Engineering Handbook: 2nd edition. Gulf Publishing Company. Houston. Texas. 2012. 472 p.

6. Sutherland K. Filters and Filtration Handbook – 5 edition. Elsevier Science. 2008. 523 p.

7. Shur I. A. *Gazoreguljatornye punkty i ustanovki* [Gas control points and installations]. Leningrad, Nedra, 1985. 288 p.

8. Trevor S. Filters and Filtration Handbook – 5 edition. Elsevier Butterworth Heinemann. 2016. 444 p.

9. Shuraitis A.L., Usachev A.P., Khomutov A.O., Rulev A.V. *Ustrojstvo dlja ochistki ot tverdyh chastic prirodnogo gaza vysokogo davlenij* [A device for cleaning high-pressure natural gas from solid particles]. Patent RF, no. 2017111708, 2017.

10. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Khomutov A.O., etc. Justification of the use and development of gas filters with cylindrical pre- and fine filtration elements placed in one housing. *Regional'naja arhitektura i stroitel'stvo* [Regional architecture and Construction], 2017, no. 3 (32), pp. 165–171. (in Russian)

11. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Khomutov A.O., etc. Development of principles for improving the efficiency of coarse and fine gas filter cartridges with high throughput. *Gazovaja promyshlennost'* [Gas Industry], 2018, no. 52 (770), pp. 14–22. (in Russian)

12. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Khomutov A.O., etc. Technical and economic modeling of cylindrical filter elements of preliminary and fine purification based on their placement in one housing of a gas purification plant. *Neftegazovoe delo* [Oil and gas business], 2018, vol. 16, no. 2, pp. 114–122. (in Russian)

13. Gustov S.V. High-tech gas control points – the way to improve the reliability of gas distribution networks. *Gaz Rossii* [Russian gas], 2010, no. 41, pp. 56–60. (in Russian)

14. Usachev A.P., Shuraitis A.L., Gustov S.V., Zhelanov V.P., Rulev A.V., Usachev M.A., Sherstyuk P.V. *Ustrojstvo dlja ochistki ot tverdyh chastic prirodnogo gaza vysokogo davlenija* [A device for cleaning high-pressure natural gas from solid particles]. Patent RF, no. 2011147260, 2012.

15. Gustov S. V., Shuraitis A.L. Development of recommendations for automatic control of pressure drop values on mesh gas filters. *Neftegazovoe delo* [Oil and gas business], 2014, no. 4, pp. 302–323. (in Russian)

16. Belousov V. V. *Teoreticheskie osnovy processov gazoochistki* [Theoretical foundations of gas purification processes]. Moscow, Metallurgy, 1988. 256 p.

17. Kouzov P.A., Malgin A.D., Scriabin G.M. *Ochistka gazov i vozduha v himicheskoj promyshlennosti* [Gas and air purification in the chemical industry]. St. Petersburg, Khimiya, 1993. 320 p.

18. Mazus M.G., Malgin A.D., Morgulis M.L. *Fil'try dlja ulavlivaniya promyshlennykh pylej* [Filters for capturing industrial dusts]. Moscow, Mashinostroenie, 1985. 240 p.

19. Tien Ch. Principles of Filtration. Elsevier. Oxford. 2013. 360 p.

20. Hutten I.M. Handbook of Nonwoven Filter Media 2nd Edition. Butterworth Heinemann. 2016. 660 p.

21. Idelchik I.E. *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivlenijam* [Handbook of hydraulic resistance]. Moscow, Mechanical Engineering, 1975. 559 p.

Об авторах:

ХОМУТОВ Антон Олегович

кандидат технических наук, заместитель генерального
директора по научному развитию
АО «Гипрониигаз»
410012, Россия, г. Саратов,
пр. имени Петра Столыпина, 54
E-mail: khomutov.anton@gmail.com

KHOMUTOV Anton OI.

PhD of Engineering Sciences, Deputy General Director
for Scientific Development
JSC Giproniigas
410012, Russia, Saratov, Petr Stolypin pr., 54
E-mail: khomutov.anton@gmail.com

УСАЧЕВ Александр Прокофьевич

доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры теплогазоснабжения
и нефтегазового дела
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.
410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
E-mail: usachev-ap@mail.ru

USACHEV Alexander P.

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor
of the Heat and Gas Supply and Oil and Gas Chair
Saratov State Technical University
named after Gagarin Yu. A.
410054, Russia, Saratov, Polytechnicheskaya st., 77
E-mail: usachev-ap@mail.ru

РУЛЕВ Александр Владимирович

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры теплогазоснабжения
и нефтегазового дела
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.
410054, Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
E-mail: nautech@inbox.ru

RULEV Alexander V.

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Professor of the Heat and Gas Supply
and Oil and Gas Chair
Saratov State Technical University
named after Gagarin Yu. A.
410054, Russia, Saratov, Polytechnicheskaya st., 77
E-mail: nautech@inbox.ru

Для цитирования: Хомутов А.О., Усачев А.П., Рулев А.В. Разработка метода постоянного мониторинга производительности двухступенчатого фильтра с размещением в одном корпусе цилиндрических фильтрующих кассет предварительной и тонкой очистки // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 32–38. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.05.

For citation: Khomutov A.O., Usachev A.P., Rulev A.V. Development of a method for continuous monitoring of the performance of a two-stage filter with the placement of cylindrical filter cassettes of preliminary and fine cleaning in one housing. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 32–38. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.05.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ГЕОТЕХНИКА»



Инженерные изыскания, обследования зданий и сооружений, судебная экспертиза, консультационные услуги

Андрей Валентинович МАЛЬЦЕВ
кандидат технических наук, директор

443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 0304Б
(846) 339-14-69; 8(987)953-46-23
geotecnika@yandex.ru
geotecnika@ya.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 621

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.06

Ю. М. ГАЛИЦКОВА

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ГАЗОВЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

ANALYSIS OF THE CAUSES OF ACCIDENTS ON GAS PIPELINES

Увеличение потребления газовых природных ресурсов связано с развитием системы газораспределения и газоснабжения. Известно, что чем сложнее система, тем больше вероятность возникновения в ней аварийных ситуаций, чрезвычайных происшествий, которые могут привести к ущербу окружающей среды и травмированию работников организации и населения, в том числе со смертельными исходами. В статье проведен анализ данных работы ПАО «Газпром», случаев возникновения аварийных ситуаций на предприятии. Все причины аварий разделены на три основные группы, для каждой из которых проанализирована возможность снижения риска возникновения. Представленная динамика аварийных ситуаций предприятия демонстрирует их снижение, однако полностью не исключает. Также в статье предложен ряд организационных мероприятий, который позволит в дальнейшем продолжить снижение количества чрезвычайных ситуаций и повысить промышленную безопасность в данной отрасли.

Ключевые слова: газовая промышленность, трубопровод, аварийные ситуации, причины аварий, снижение аварийности, промышленная безопасность

The increase in consumption of natural gas resources is associated with the development of the gas distribution and gas supply system. It is known that the more complex the system, the greater the likelihood of emergencies and emergencies occurring in it, which can lead to environmental damage and injury to the organization's employees and the population, including fatalities. The article analyzes data from the work of PJSC Gazprom and cases of emergency situations at the enterprise. All causes of accidents are divided into three main groups, for each of which the possibility of reducing the risk of occurrence is analyzed. The presented dynamics of emergency situations at the enterprise demonstrates their reduction, but does not completely exclude them. The article also proposes a number of organizational measures, which, according to the authors, will further continue to reduce the number of emergency situations and increase industrial safety in this industry.

Keywords: gas industry, pipeline, emergency situations, causes of accidents, accident reduction, industrial safety

Одной из быстро развивающихся отраслей является газовая промышленность, так как считается, что природный газ – наиболее экологически чистый вид топлива. В 2020 году была принята программа газификации Российской Федерации, которая ускорила процесс увеличения протяженности магистрального газопровода, введение новых объектов газовой промышленности, подключение к газовой системе новых населенных пунктов,

а также стала способствовать росту объемов транспортируемого объема природного газа: за последние 20 лет протяженность магистрального трубопровода увеличилась на 30 тыс. км, и на данный момент ее протяженность составляет около 180 тыс. км. Одновременно с расширением и усложнением газовой сети увеличивается и вероятность возникновения на ней различных аварий и чрезвычайных ситуаций [1, 2].

Расширение газовой сети сопровождается увеличением количества опасных промышленных объектов, из которых она состоит: появляются новые участки магистральных трубопроводов и компрессорные станции. Также в газовую систему входят подземные газовые хранилища, заводы по переработке газа и газового конденсата. Каждый из этих объектов в случае чрезвычайной ситуации несет угрозу работникам и окружающей среде, может привести как к незначительным техническим инцидентам, так и серьезным чрезвычайным ситуациям со смертельными исходами. Любые аварийные ситуации могут привести к разрушению участка газопровода, что, зачастую, приводит к уничтожению растительного покрова, нарушению целостности плодородного слоя почвы, изменению естественного рельефа и природного ландшафта. При воспламенении газовой смеси в атмосферу попадают вредные примеси; механическое воздействие усиливается тепловой радиацией.

Заводов по переработке газа и конденсата на территории Российской Федерации всего 6, а подземных газовых хранилищ – 23, что повышает возможность локализации опасных воздействий и их своевременного предупреждения, а компрессорных станций в разы больше – 254. Самым рассредоточенным объектом является магистральный трубопровод: он соединяет крупные, средние и маленькие населенные пункты (рис.2), транспортирует газ через территории каждого региона и области. Именно на нем чаще всего и происходят аварийные ситуации.

Система газификации представляет собой сложную систему, состоящую из множества элементов, которые тесно взаимодействуют между собой, и при выходе из строя одного из элементов может произойти нарушение в работе целого блока. В связи с этим предотвраще-

ние возникновения аварийных ситуаций даже на незначительном участке имеет огромное значение.

Причин, по которым может произойти авария, множество. Для наиболее эффективного решения и разработки мероприятий по их предотвращению целесообразно все причины классифицировать. На основании анализа данных об аварийных ситуациях [1–9] все чрезвычайные ситуации можно объединить в следующие группы:

- *Первая группа* – ошибки проектирования или выполнения строительных работ. К ним можно отнести дефекты выполненных сварочных работ, нарушение технологии засыпки уложенного участка трубопровода, недостаточно прочное крепление опор газопровода, повреждение или отсутствие изоляции или краски на самой трубе, дефекты или отсутствие электрохимической защиты на трубопроводе и т. д. К этой группе можно отнести отказ оборудования (некачественная сборка оборудования, брак труб, отсутствие защитных элементов и др.).

- *Вторая группа* – природные факторы. Сюда можно отнести воздействия атмосферы (сильные порывы ветра), атмосферных осадков (снегопады, грозы, ливни, дождевые паводки), литосферы (землетрясения, оползневые и карстовые процессы).

- *Третья группа* – преднамеренное или непреднамеренное антропогенное воздействие. Преднамеренное воздействие может выражаться в несанкционированной врезке в магистральный трубопровод с целью кражи газовой массы, целенаправленном нанесении вреда распределительной станции или трубопроводу. Непреднамеренное – случайный наезд транспорта на трубопровод, повреждение в результате транспортной аварии или при проведении строительных земляных работ. Кроме того, возможно повреждение трубопровода из-за недобросовестного выполнения работ по контролю или корректировке давления в трубопроводе (допущение увеличения давления газа в трубопроводе, намного превышающее нормативное, и т. д.).

На основании открытой отчетной документации Газпрома была проанализирована база данных различных причин возникновения аварийных ситуаций в системе газораспределения и газоснабжения (рис. 3).

Как видно из диаграммы, наибольшее количество аварий происходит в результате износа оборудования (33 %) и коррозии металла (33 %). Эти причины в большинстве случаев можно предотвратить своевременной заменой или проведением ремонтных работ. Для этого нужно правильно организовать процесс мони-



Рис. 1. Воздействие газовой промышленности на окружающую среду

Fig. 1. Environmental impact of the gas industry



Рис. 2. Схема газификации территории Российской Федерации
Fig. 2. Russian Federation Gasification Scheme

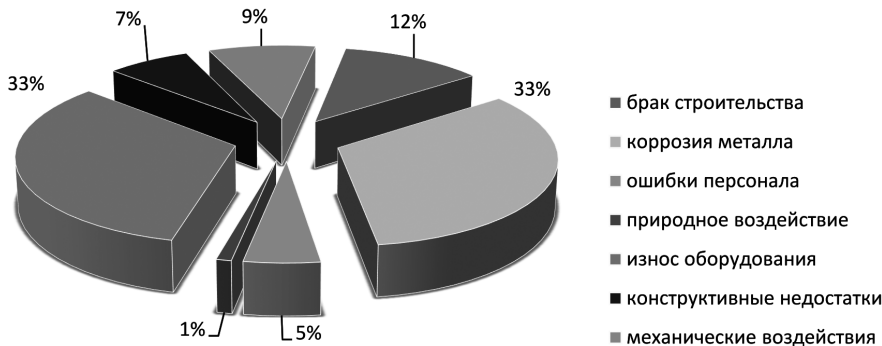


Рис. 3. Диаграмма основных причин возникновения аварийных ситуаций в газовой системе
Fig. 3. Diagram of the main causes of emergency situations in the gas system

торинга и контроля состояния трубопровода и оборудования. Переориентация основных сил на прокладку новых участков трубопровода приводит к росту процента износа эксплуатируемого трубопровода. В результате этого в настоящее время выявляются участки с оборудованием, у которого не только закончился нормативный срок службы, но и вдвое превышен. Такая ситуация крайне опасна и требует срочного решения.

Брак строительства (12 %) и конструктивные недостатки (7 %) также можно минимизировать, для этого необходимо проводить более тщательный контроль производимых материалов и деталей (отслеживать прочностные характеристики трубопровода при изготовлении,

снижать отклонения толщины трубы от нормативного значения и исключать погрешности), проводить более тщательные расчеты и подбор трубопровода в соответствии с необходимой производительностью, давлением газа, закладывать коэффициенты запаса на случай незапланированного увеличения показателей.

Сложнее всего исключить ошибки персонала (5 %), так как они возникают спонтанно в результате действия множества факторов и причин, таких как недостаточность знаний и навыков, усталость от монотонной работы, невнимательность, рассеянность и т. д. Многие из этих факторов зависят от возраста и образования работника, а также от самого предприятия.

Проведенный анализ организационных вопросов обучения персонала на ПАО «Газпром трансгаз Самара» показал, что на предприятии реализуются различные программы, направленные на минимизацию негативного воздействия опасных объектов на окружающую среду, а также снижение вероятности таких аварий в результате человеческого фактора.

Созданная предприятием сеть контроля и мониторинга охватывает все подразделения предприятия, а также дочерние общества (рис. 4).

Созданная предприятием сеть контроля и мониторинга охватывает все филиалы и структурные подразделения. Благодаря постоянному обновлению и усилению требований в области охраны окружающей среды предприятие добивается снижения количества возникающих чрезвычайных ситуаций. Одним из значимых изменений в сфере управления было внедрение Единой системы управления производственной безопасностью в ПАО «Газпром», цель которой – управлять рисками в области охраны окружающей среды, обеспечивать безопасность транспортировки газа, а также создание заинтересованности в экологических вопросах самих сотрудников предприятия.

Проанализировав статистические данные ПАО «Газпром» за 2018–2023 годы, было отме-

чено снижение количества несчастных случаев в результате аварийных ситуаций (рис. 5). Это в первую очередь результат внедрения вышеуказанной системы управления, а также использование профилактических планов, направленных на корректирующие и предупреждающие действия в сфере промышленной безопасности.

В 2020 году в ПАО «Газпром» была разработана и внедрена Стратегия развития системы управления производственной безопасностью, целью которой является усиление контроля за состоянием объектов, в том числе магистральных трубопроводов, проведение своевременных ремонтных работ и реконструкции объектов транспорта газа.

Несмотря на все предпринятые меры и снижение частоты возникновения, аварии продолжают происходить. Дальнейшее увеличение и усложнение системы может привести к возобновлению количества аварий и росту негативного влияния на окружающую среду. Поэтому необходимо не только продолжать выполнение уже принятых мер, но и разрабатывать новые требования и природоохранные мероприятия.

В дополнение к внедренным программам, используемым инженерным и организационным методам снижения аварийности на объектах магистральных газопроводов можно рекомендо-



Рис. 4. Структура управления ПАО «Газпром»
Fig. 4. PJSC Gazprom Management Structure

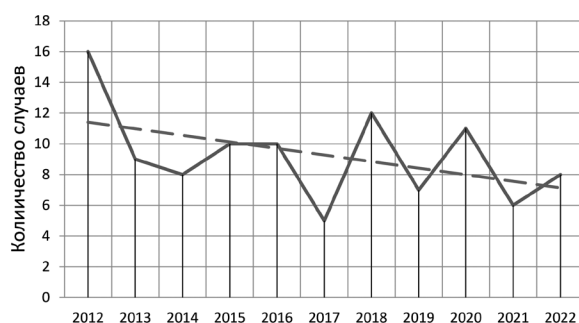


Рис. 5. Динамика возникновения аварийных ситуаций на магистральных газопроводах

Fig. 5. Dynamics of Emergencies on Trunk Gas Pipelines

вать выполнение ряда рекомендаций и проведение мероприятий по повышению безопасности, таких как:

- *проведение регулярных диагностик оборудования и состояния газопровода с целью выявления дефектов, поломок, признаков коррозии и других отклонений геометрических и физических параметров.* При выявлении изменений или несакционированных врезок – проведение ремонтных работ или замена элементов в кратчайшие сроки. Для повышения надежности коррозионной защиты газопровода следует уделять внимание разработке новых способов изоляционного покрытия трубопровода. Переход на автоматизированные системы мониторинга системы электрохимзащиты обеспечит увеличение скорости определения «тонких» мест, снизит временной интервал между процессом выявления отклонений и принятием решений, а также повысит эффективность использования материально-технических и трудовых ресурсов, особенно на участках с подземным трубопроводом;

- *периодическое проведение испытаний на прочность и герметичность с целью недопущения возможности прорыва трубопровода.* Регулярная диагностика состояния газопровода на удаленных участках и проведение своевременных работ при обнаружении дефектов и отклонений позволят избежать задержек поставок газа заказчикам и населению;

- *повышение требований к качеству используемых изделий и материалов, а также выполняемых строительных работ как на ремонтируемых участках, так и на вновь прокладываемых.* В 2021 году были приняты нормативы и требования по отношению к трубопроводам (ГОСТ 34741-2021); в 2024 году был введен новый ГОСТ, регламентирующий требования к ряду объектов газораспределительной системы, а именно к пунктам редуцирования и распределения. Стандарты изменяются и ужесточаются, необходимо также повысить требования к контролю проводимых строительных работ и используемых при этом материалов;

- *совершенствование и, возможно, ужесточение требований соблюдения производственной безопасности.* В ПАО «Газпром» ряд строительных работ выполняют сторонние подрядные службы. Локализацией и ликвидацией последствий возникших аварий занимаются также профессиональные аварийно-спасательные службы, с которыми заключается договор на выполнение определенных работ. В качестве одного из способов повышения производственной безопасности можно предложить создание собственных ремонтных служб и служб по профилактике и ликвидации аварийных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карнович Е.В. Анализ причин аварий на магистральных газопроводах // Нефть и газ Западной Сибири. 2011. С. 41–43.
2. Изгилова К.А., Нугманова Н.И. Анализ причин аварий на магистральных газопроводах // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы IX Международной научно-практической конференции. Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2018. С. 49–52.
3. Савонин С., Арсентьева З., Москаленко А. Анализ основных причин аварий, произошедших на магистральных газопроводах // Инженерная защита. 2015. № 6(11). С. 52–57.
4. Дробышев А.В. Анализ основных причин аварий, произошедших на магистральных газопроводах // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы V Всероссийской научно-технической конференции молодых исследователей / под общ. ред. Н.Ю. Ермиловой. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2018. С. 110–112.
5. Волох А.С., Гасанов З.С., Тульская С.Г. Причины возникновения аварий при эксплуатации магистральных газопроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 4(29). С. 23–28.
6. Мукаев И.Р., Анисимов С.Ю. К вопросу об анализе аварий на магистральных газопроводах // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1(9). С. 311–313.
7. Аронов С.Я., Острейковский В.А. Анализ статистических данных аварий магистральных газопроводов РФ по результатам длительной эксплуатации // Наука и инновации XXI века: материалы III Всероссийской конференции молодых ученых. Сургут: Сургутский государственный университет. 2016. С. 72–76.
8. Филатова Е.Б., Баландина О.А., Пуринг С.М. Анализ аварийности на распределительных газопроводах Самарской области // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии: сб. статей 80-й Юбилейной всероссийской научно-технической конференции. Самара: СамГТУ, 2023. С. 629–636.

9. Аралов Е.С., Тульская С.Г., Скляров К.А., Бугаевский Д.О. Анализ статистических данных по аварийности в системах газоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. № 1(14). С. 9–14.
10. Власова Л.В. Оценка влияния природных воздействий в задачах обеспечения надежной и безопасной эксплуатации газотранспортной системы ПАО «ГАЗПРОМ» // Вести газовой науки. 2017. № 1(29). С. 49–56.
11. Отчет об устойчивом развитии ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. URL: <https://sustainability.gazpromreport.ru/> (дата обращения: 16.10.2024).

REFERENCES

1. Karnovich E.V. Analysis of the causes of accidents on main gas pipelines. [Oil and gas of Western Siberia], 2011. pp. 41–43. (in Russian)
2. Iglukova K.A., Nugmanova N.I. Analysis of the causes of accidents on main gas pipelines. *Materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Novejshietekhnologii osvoeniyamestorozhdenijuglevodorodnogo-syr'ya i obespechenie bezopasnostiekosistemKaspijskogoshel'fa"* [Mater. of the IX Int. Scient. and Pract. Conf. "The latest technologies for the development of hydrocarbon deposits and ensuring the safety of the ecosystems of the Caspian shelf"]. Astrakhan, 2018, pp. 49–52. (In Russian).
3. Savonin S., Arsentieva Z., Moskalenko A. Analysis of the main causes of accidents that occurred on gas pipelines. *Inzhenernaja zashhita* [Engineering Protection], 2015, no. 6(11), pp. 52–57. (in Russian)
4. Drobyshhev A.V. Analysis of the main causes of accidents that occurred on gas pipelines. *Materialy V Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii molodyh issledovatelej "Aktual'nyeproblemystroitel'stva, ZHKKHitekhnosfernojbezopasnosti"* [Mater. of the V All-Russian Scient. and Techn. Conf. of Young Researchers "Current problems of construction, housing and communal services and technosphere safety"]. Volgograd, 2018, pp. 110–112. (In Russian).
5. Volokh A.S., Gasanov Z.S., Tulskeya S.G. Causes of accidents during operation of main gas pipelines. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii* [Urban planning. Infrastructure. Communications.], 2022, no. 4(29), pp. 23–28. (in Russian)
6. Mukaev I.R., Anisimov S.Yu. On the issue of analyzing accidents on main gas pipelines. *Sovremennyyetekhnologiiobespecheniyagrazhdanskojoborony i likvidacii posledstviy chrezvychajnyhsituacij* [Modern technologies for civil defense and emergency response], 2018, no. № 1(9), pp. 311–313. (in Russian)
7. Aronov S.Ya., Ostreykovsky V.A. Analysis of statistical data on accidents of main gas pipelines of the Russian Federation based on the results of long-term operation. *Materialy III Vserossijskoj konferencii molodyh uchenykh "Nauki i innovacii XXI veka"* [Mater. of the III All-Russian Conf. of Young Scientists "Science and innovation of the 21st century"]. Surgut, 2016, pp. 72–76. (In Russian).
8. Filatova E.B., Balandina O.A., Puring S.M. Analysis of accident rates on gas distribution pipelines in the Samara region. *Sbornik statej 80-oy YUбилейnoj vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii "Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo i stroitel'nyetekhnologii"* [Collection of articles of the 80th Anniversary All-Russian Scient. and Techn. Conf. "Traditions and innovations in construction and architecture. Construction and construction technologies"]. Samara, 2023, pp. 629–636. (In Russian).
9. Aralov E.S., Tulskeya S.G., Sklyarov K.A., Bugaevsky D.O. Analysis of statistical data on accident rates in gas supply systems. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii* [Urban planning. Infrastructure. Communications.], 2019, no. 1(14), pp. 9–14. (in Russian)
10. Vlasova L.V. Assessment of the influence of natural influences in the tasks of ensuring reliable and safe operation of the gas transmission system of PJSC GAZPROM. *Nauchno-tekhnicheskij sbornik Vestigazovoj nauki* [Scientific and technical collection of News of Gas Science], 2017, no. (29), pp. 49–56. (in Russian)
11. PJSC Gazprom Sustainability Report. Available at: <https://sustainability.gazpromreport.ru/> (accessed 16 October 2024).

Об авторе:

ГАЛИЦКОВА Юлия Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: galickova@yandex.ru

GALITSKOVA Yulia M.

PhD of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Nature Protection
and Hydrotechnical Construction Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Для цитирования: Галицкова Ю.М. Анализ причин возникновения аварийных ситуаций на газовых трубопроводах // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 39–44. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.06.
For citation: Galitskova Yu.M. Analysis of the causes of accidents on gas pipelines. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 39–44. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.06.

С. В. ЕВДОКИМОВ
А. А. ОРЛОВА

АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ ВОЗМОЖНОГО РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

ANALYSIS OF SCENARIOS OF POSSIBLE DEVELOPMENT OF EMERGENCY SITUATIONS AT HYDRAULIC STRUCTURES

Приводятся и анализируются возможные сценарии развития аварийно-катастрофических событий на строящихся и эксплуатируемых гидротехнических сооружениях. Как известно, при определении вероятности развития катастрофической ситуации на конкретном гидротехническом сооружении необходимо произвести идентификацию всех опасных факторов как природного, так и техногенного характера. Комплексное действие этих факторов следует рассматривать в районе расположения данного гидротехнического сооружения как на стадии его проектирования, строительства, так и на стадии эксплуатации. Эта задача на сегодняшний день является весьма актуальной из-за участившихся аварий и чрезвычайных ситуаций, возникающих на сооружениях подобного рода. Анализ предполагаемого сценария аварийно-катастрофического развития событий на уже эксплуатируемых гидротехнических сооружениях позволит спрогнозировать на основе проводимого исследования в первую очередь причины возникновения, а также характер критических повреждений гидротехнических сооружений и вероятность возникновения как самой аварийно-катастрофической ситуации, так и гидродинамической аварии. В статье рассмотрено три характерных сценария развития аварийной ситуации, приведены алгоритмы аварий по данным сценариям и сформулированы выводы по вероятности возникновения аварийной ситуации для конкретного гидротехнического сооружения.

Ключевые слова: природно-техногенные факторы, человеческий фактор, гидротехнические сооружения, анализ аварийной ситуации, чрезвычайная ситуация, сценарий развития событий, опыт эксплуатации, конструктивные особенности, земляная конструкция

The article presents and analyzes possible scenarios for the development of accident-catastrophic events on hydraulic structures under construction and in operation. As it is known at definition of probability of development of catastrophic situation on concrete hydraulic structure it is necessary to make identification of all dangerous factors, both natural, and technogenic character. The complex action of these factors should be considered in the area of location of a given hydraulic structure, both at the stage of its design, construction and operation. This task, to date, is very relevant because of the increasing frequency of accidents and emergencies arising at structures of this kind. The analysis of the assumed scenario of accident-catastrophic development of events on already operated hydraulic structures, will allow to predict on the basis of the ongoing research, first of all, the causes of occurrence, as well as the nature of critical damage to hydraulic structures and the probability of occurrence, as the accident-catastrophic situation and hydrodynamic accident. The article considers three characteristic scenarios of emergency situation development, gives algorithms of accidents according to these scenarios and formulates conclusions on the probability of emergency situation for a particular hydraulic structure.

Keywords: natural-technogenic factors; human factor; hydraulic structures; analysis of emergency situation; emergency situation; scenario of events development; operating experience; constructive features; earthen construction

Согласно Методическим указаниям, утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 516 от 10.12.2020 г. по расчету определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических

лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения, определяющими факторами для подсчета размера вероятного вреда являются: показатели результата расчета параметров зон аварийного воздействия при наиболее тяже-

лых и наиболее вероятных авариях гидротехнических сооружений; сведения о возможной вероятности прогнозируемых сценариев возникновения аварий; расчетные значения величин негативных воздействий от аварий на гидротехнических сооружениях; предполагаемые сценарии реализации наиболее тяжелых и наиболее вероятных авариях гидротехнических сооружений, в которых имеют место быть данные о возможных зонах воздействия этих аварийных ситуаций. В соответствии с п. 21 гл. III Методических указаний при определении вероятности развития катастрофической ситуации на конкретном гидротехническом сооружении необходимо произвести идентификацию всех опасных факторов природного и техногенного характера. Комплексное действие этих факторов следует рассматривать непосредственно в районе расположения данного гидротехнического сооружения как на стадии его проектирования, строительства, так и на стадии эксплуатации. Эта задача на сегодняшний день является весьма актуальной из-за участившихся аварий и чрезвычайных ситуаций, возникающих на гидротехнических сооружениях [1, 2].

Анализ предполагаемого сценария и возможную вероятность аварийного развития ситуации на уже эксплуатируемых гидротехнических сооружениях, как известно, производят на основе исследования причин возникновения и характера критических повреждений гидротехнических сооружений, что позволит определить вероятность возникновения аварийной ситуации и спрогнозировать саму гидродинамическую аварию [3].

Если анализировать возможные сценарии развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях, то необходимо, в первую очередь, рассматривать следующие факторы:

а) местоположение, компоновка и конструктивные особенности эксплуатируемых гидротехнических сооружений;

б) оценка эксплуатационного состояния и уровня безопасности гидротехнических сооружений;

в) природно-климатические, топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические и гидрологические условия районов расположения гидротехнических сооружений;

г) режимы эксплуатации гидротехнических сооружений;

д) характерные уровни водохранилища при весенних половодьях и летне-осенних паводков;

е) профессиональная подготовка службы эксплуатации, которая включает квалификацию эксплуатационного персонала;

ж) уровень организации натурных наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений;

з) оценка готовности эксплуатирующей организации по предупреждению, локализации и ликвидации последствий аварии на гидротехническом сооружении.

Как известно, основными причинами, влияющими на изменение класса безопасности в период эксплуатации такого гидротехнического сооружения, как плотина, являются [4, 5]:

- природно-опасные явления, к которым относят ветровые, волновые, ледовые, температурные и сейсмические воздействия;

- наличие техногенно-опасных факторов – автомобильных дорог и железнодорожных путей на территории действующего гидротехнического сооружения;

- проведение и производство буровзрывных работ;

- опасность возникновения и негативные последствия, которые могут возникнуть в самих гидротехнических сооружениях в результате изменения свойств материалов сооружений и их оснований, статические и динамические нагрузки, действующие на само гидротехническое сооружение и на его основание, а также вероятность возникновения суффозионных, деформационных и прочих негативных процессов в теле сооружений;

- человеческий фактор – ошибки проведения изыскательских работ, ошибки в проектировании и при строительстве, возможные непредвиденные ситуации, возникающие в процессе эксплуатации конкретного гидротехнического сооружения.

Из опыта эксплуатации действующих гидротехнических сооружений можно с уверенностью сказать, что наиболее опасным сценарием развития аварийной ситуации является частичное или полное разрушение перегораживающего сооружения с потерей русловой ёмкости в верхнем бьефе и соответственно потерей водохранилищем своих функций. На основании данного сценария развития аварийной ситуации и производится расчет вероятного ущерба при прорыве гидротехнического сооружения [6–8].

Более подробно остановимся на анализе типовых сценариев развития и возникновения аварийных ситуаций на эксплуатируемых гидротехнических сооружениях, приведенных в действующих Методических указаниях. Имеющийся на сегодняшний день перечень типовых сценариев развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях можно применить только для основных видов гидротехнических сооружений, а это не в полной мере позволяет учесть все возможные особенности конкретных сооружений. Для этого целесообразно разработать и иметь более полный перечень основных сценариев возникновения и развития аварийных

ситуаций, а также их негативные воздействия и последствия, включающие все опасности, способные инициировать аварии рассматриваемого гидротехнического сооружения [9, 10].

Имеющиеся конструктивные особенности гидротехнических сооружений, которые проявляются в условиях эксплуатации на этапе проектного режима, а также проведенный анализ характерных причин возникновения аварий и их последствий позволяют спрогнозировать три характерных сценария развития аварийных ситуаций, влекущих за собой повреждение гидротехнических сооружений. Эти сценарии позволяют учесть такие факторы, как расположение и степень наполнения водохранилища, визуальное обследование местности расположения сооружений, имеющиеся статистические данные, характеризующие причины и последствия аварий на уже действующих гидротехнических сооружениях.

Попробуем проанализировать *первую модель* развития аварийной ситуации, вызванной несоответствием проведения строительных работ существующему плану, а также ошибками в технологии возведения гидротехнических объектов, что в итоге может привести к возникновению диспропорциональных деформирующих нагрузок в земляных конструкциях гидротехнических сооружений, например таких, как плотины и дамбы. В результате развития событий по этому сценарию могут происходить разломы на гребне конструктивных элементов, возможно появление сползающих участков на склонах конструкций, формироваться углубления и провалы ниже нормального подпорного уровня, возникновение прорывной волны, приводящей к полному осушению всего водохранилища, что в итоге вызывает наводнение и подтопление земель в нижнем бьефе гидротехнических конструкций.

По *второму сценарию* развития аварийной ситуации возможно разрушение напорного фронта сооружения, сопровождающегося образованием прорана, в который происходит излив воды, неконтролируемый персоналом гидротехнического сооружения. В этом случае также возможен неконтролируемый перелив через гребень плотины из-за переполнения водохранилища или возникновения экстремальных волн и, как следствие, уменьшение сечения оголовка водосбросного сооружения или его полного перекрытия в период паводка 1 %-й обеспеченности и более.

Третий сценарий развития аварийной ситуации сопряжен с возникновением заиливания и зарастания древесины отводящего канала паводкового водосброса, затоплением поврежденной дренажной системы низового откоса

плотины, насыщением водой низового откоса, подъемом пьезометрических уровней, образованием провалов, промоин и грифонов вдоль ходов суффозии и нор землеройных животных.

Если проанализировать представленные сценарии развития аварийных ситуаций с позиции имеющегося опыта эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях Центрально-Европейской части Российской Федерации, то можно предположить следующее. Для действующих гидротехнических сооружений, расположенных на рассматриваемой территории, наиболее тяжелые последствия от гидродинамической аварии возможны при развитии событий по второму сценарию, однако наиболее вероятным развитием событий при возникновении гидродинамической аварии является первый сценарий.

Таким образом, анализ сценариев возможного развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях позволяет сформулировать следующие положения по трем сценариям развития событий.

При возникновении гидродинамической аварии по первому сценарию возможны следующие катастрофические последствия:

- неконтролируемый излив воды через проран;
- разрушение напорного фронта гидротехнического сооружения;
- образование зон затопления;
- полное опорожнение водохранилища.

Причинами развития аварий на гидротехнических сооружениях по первому сценарию, как правило, могут стать как риски природно-техногенного характера, так и человеческий фактор. Это и неравномерные деформационные нагрузки на грунтовые сооружения, такие как плотины и дамбы, вызванные несоответствием проведения строительных работ существующему плану, а также ошибками в технологии возведения гидротехнических объектов, что является основной причиной возникновения диспропорциональных деформирующих нагрузок в теле земляной конструкции. Это и многочисленные разломы по гребню конструктивных элементов; вероятность появления сползающих участков на склонах земляных конструкций; формирование углублений и провалов ниже нормального подпорного уровня; не исключена возможность возникновения прорывной волны, приводящей к полному осушению всего водохранилища, и, как следствие, наводнение и подтопление земель в нижнем бьефе гидротехнических сооружений. Велика вероятность, что в период сверхнормативного заполнения водохранилища, при загромождении водосбросного сооружения плавающим

древесным мусором и льдом, уровень воды в водохранилище может достигнуть отметки нормального подпорного уровня, что приведет к частичному разрушению плотины.

В самой конструкции плотины, а также в результате скрытых и возможных её дефектов, образовавшихся за период эксплуатации и одновременно не выявленных, может происходить активизация и усиление фильтрационных процессов в теле плотины, что станет в итоге прямой причиной возникновения аварийной ситуации.

Возможно разрушение элементов плотины с образованием прорана и образованием волны прорыва, с опорожнением водохранилища, затопление и подтопление нижерасположенных территорий.

В результате вышесказанного можно записать алгоритм аварии по первому сценарию следующим образом: постепенная деформация тела земляной конструкции → появление микротрещин на гребне с появлением оползневых участков на откосах сооружений → образование промоин и провалов в виде глубоких каналов, промытых водой, быстро увеличивающихся в размерах, особенно в случае прохождения фильтрации воды через трещины, которые образуются в теле сооружения ниже отметки нормального подпорного уровня → образование прорана, т. е. сквозного отверстия в теле плотины (на этом этапе процесс становится необратимым) → подтопление территории нижнего бьефа, размеры которого зависят от объема воды в водохранилище и рельефа местности → практически полное опорожнение водохранилища через образовавшийся проран, тем самым завершая процесс аварии. Возможность возникновения гидродинамической аварии по данному сценарию наиболее вероятна и может привести к чрезвычайной ситуации с тяжелыми катастрофическими последствиями.

Если рассматривать возможность возникновения гидродинамической аварии по второму сценарию, то могут наблюдаться следующие последствия развития событий. Повреждение водосбросного сооружения при уровне воды в водохранилище на отметке НПУ с неконтролируемым переливом воды через гребень плотины и с образованием прорана. Причинами развития аварий на гидротехнических сооружениях по второму сценарию могут стать как риски природно-техногенного характера, так и человеческий фактор.

Во время наступления периода весенних положительных температур возникает ситуация с наложением гидрометеорологических факторов, включающих интенсивное таяние накопленных в течение зимнего периода больших снеговых масс. Дополнительным негативным фактором, который может привести к резкому подъёму

паводковых вод, будет частичное или полное засорение водосбросного сооружения плавающим древесным мусором и льдом. В этом случае возможно событие, при котором водосбросное сооружение фактически перестанет работать, при этом эксплуатационная служба, в силу различных обстоятельств, не в состоянии исправить возникшую аварийную ситуацию.

На большинстве гидротехнических сооружений в период сверхнормативного заполнения водохранилища, при повреждении водосбросного сооружения или в результате перекрытия его плавающим древесным мусором и льдом, уровень воды в водохранилище достигнет отметки НПУ, произойдет перелив через водосбросное сооружение, головной регулятор магистрального канала и разлив в районе водосбросного сооружения. При дальнейшем повышении уровня воды в водохранилище произойдет перелив через гребень плотины, при этом на плотине образуется проран с образованием волны прорана и затопление территории под нижним бьефом [11].

Алгоритм аварии по второму сценарию будет следующим: засорение водосбросного сооружения → сверхнормативное наполнение водохранилища → частичное разрушение плотины → подтопление территории нижнего бьефа → опорожнение водохранилища.

Причинами развития аварии на гидротехнических сооружениях по третьему сценарию может стать только человеческий фактор.

Во время наступления периода весенних положительных температур происходит интенсивное таяние накопленных в течение зимнего периода больших снеговых масс. Из-за заиливания и зарастания древесной растительностью отводящего канала паводкового водосброса, затопления поврежденной дренажной системы низового откоса плотины происходит насыщение водой низового откоса, подъем пьезометрических уровней, образование провалов, промоин и грифонов вдоль ходов суффозии и нор землеройных животных [12].

Такое развитие событий по третьему сценарию можно записать в виде следующего алгоритма: наступление весеннего таяния снега → затопление дренажного канала → насыщение водой низового откоса, подъем пьезометрических уровней → образование провалов, промоин и грифонов вдоль ходов суффозии и нор землеройных животных.

Подведя итог вышесказанному, можно заключить, что наиболее возможными расчетными сценариями развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях можно считать *первый и второй сценарии*. Причем первый сценарий следует рассматривать как

наиболее вероятное развитие аварийных ситуаций, а второй – как наиболее тяжелый и катастрофический сценарий развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21–27.

2. Бальзанников М.И., Иванов Б.Г., Михасек А.А. Система управления состоянием гидротехнических сооружений // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 119–124.

3. Леонов О.В., Романов А.А., Евдокимов С.В. Анализ сейсмических условий района расположения Жигулёвской ГЭС // Градостроительство и архитектура. 2011. № 2. С. 109–114.

4. Евдокимов С.В., Дормидонтова Т.В. Оценка надежности гидротехнических сооружений // Градостроительство и архитектура. 2012. № 1. С. 49–53.

5. Евдокимов С.В., Дормидонтова Т.В. Критерии оценки надежности и технического состояния гидротехнических сооружений // Градостроительство и архитектура. 2011. № 2. С. 105–109.

6. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21–27.

7. Бальзанников М.И., Родионов М.В., Сеницкий Ю.Э. Повышение эксплуатационной надежности низконапорных гидротехнических объектов с грунтовыми плотинами // Приволжский научный журнал. 2012. № 2. С. 35–40.

8. Бальзанников М.И., Иванов Б.Г., Михасек А.А. Система управления состоянием гидротехнических сооружений // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 119–124.

9. Дормидонтова Т.В., Кирьяков В.В. Применение методов теории надёжности на практике // Научное издание. 2015. Т. 7, № 2.

10. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands // Procedia Engineering XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP) (TFoCE 2015).

11. Романов А.А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений. Самара: Издательский дом «Агни», 2010. Кн. I. 360 с.

12. Романов А.А. Куйбышевский гидроузел. История и жизнь. Самара: Арт-Лайт, 2018. 272 с.

2. Balzannikov M.I., Ivanov B.G., Mikhasek A.A. Hydraulic structures condition management system. *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2012, no. 7, pp. 119–124. (in Russian)

3. Leonov O.V., Romanov A.A., Evdokimov S.V. Analysis of seismic conditions of the Zhigulevskaya HPP location area. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2011, no. 2, pp. 109–114. (in Russian)

4. Evdokimov S.V., Dormidontova T.V. Assessment of reliability of hydraulic structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2012, no. 1, pp. 49–53. (in Russian)

5. Evdokimov S.V., Dormidontova T.V. Criteria for assessing the reliability and technical condition of hydraulic structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2011, no. 2, pp. 105–109. (in Russian)

6. Balzannikov M.I., Zubkov V.A., Kondratyeva N.V., Khurtin V.A. Comprehensive examination of the technical condition of building structures of the Zhigulevskaya HPP structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2013, no. 6, pp. 21–27. (in Russian)

7. Balzannikov M.I., Rodionov M.V., Senitsky Yu.E. Improvement of operational reliability of low-pressure hydraulic facilities with soil dams. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal* [Volga Scientific Journal], 2012, no. 2, pp. 35–40. (in Russian)

8. Balzannikov M.I., Ivanov B.G., Mikhasek A.A. Hydraulic structures condition management system. *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2012, no. 7, pp. 119–124. (in Russian)

9. Dormidontova T.V., Kiryakov V.V. Application of reliability theory methods in practice. *Naukovedenie* [Science of Science], 2015, vol. 7, no. 2. (in Russian)

10. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands. *Procedia Engineering XXIV R-S-P seminar. Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP) (TFoCE 2015)*.

11. Romanov A.A. *Zhigulevskaya GJeS. Jekspluatatsiya gidrotehnicheskikh sooruzhenij* [Zhigulevskaya HPP. Operation of hydraulic structures]. Samara, Publishing house «Agni», 2010. I.I. 360 p.

12. Romanov A.A. *Kuibyshevskij gidrouzel. Istoriya i zhizn'* [Kuibyshevsky hydroelectric complex. History and life]. Samara, Art and Light, 2018. 272 p.

REFERENCES

1. Balzannikov M.I., Zubkov V.A., Kondratyeva N.V., Khurtin V.A. Comprehensive examination of the technical condition of building structures of the Zhigulevskaya HPP structures. *Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering Construction], 2013, no. 6, pp. 21–27. (in Russian)

Об авторах:

ЕВДОКИМОВ Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: sali5@mail.ru

EVDOKIMOV Sergey V.

PhD of Engineering Sciences, Associate Professor, Head
of the Nature Protection and Hydrotechnical
Construction Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: sali5@mail.ru

ОРЛОВА Алла Алексеевна

старший преподаватель кафедры природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: allaorlova5@mail.ru

ORLOVA Alla Al.

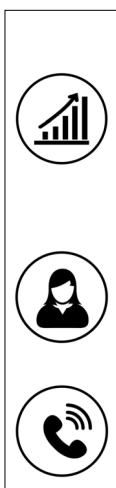
Senior Lecturer of the Nature Protection
and Hydrotechnical Construction Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: allaorlova5@mail.ru

Для цитирования: Евдокимов С.В., Орлова А.А. Анализ сценариев возможного развития аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 45–50. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.07.

For citation: Evdokimov S.V., Orlova A.A. Analysis of scenarios of possible development of emergency situation in hydraulic structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 45–50. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.07.



ЦЕНТР «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»



Повышение энергетической эффективности зданий и сооружений и оптимизации работы систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения; исследование теплофизических характеристик строительных и теплоизоляционных материалов; разработка новых инженерных методов теплофизического расчёта строительных ограждающих конструкций; разработка нормативной документации по расчёту и проектированию строительных ограждающих конструкций

Юрий Серафимович ВЫТЧИКОВ

кандидат технических наук

443001, г. Самара, Молодогвардейская, 194
(846) 339-14-76, 339-14-55
git.2008@mail.ru

М. Н. ЗАКИРОВА
Н. В. КОТОРЫГИН
Д. Р. ЗАКИРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

INVESTIGATION OF SEASONAL DYNAMICS OF THE MORPHOLOGICAL
COMPOSITION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN URBANIZED TERRITORIES

Выполнен анализ статистических данных по количеству образующихся и утилизированных или обезвреженных отходов в Российской Федерации. Выявлены факторы, влияющие на увеличение массы коммунального мусора. Приведены результаты экспериментальных исследований изменения морфологического состава твердых коммунальных отходов (ТКО), образуемых на урбанизированных территориях Самары, в зависимости от сезона года. Приведен анализ динамики изменения морфологического состава ТКО за три сезона года. Установлены факторы, влияющие на изменение массовой доли основных фракций в составе коммунальных отходов урбанизированных территорий в разные периоды года. Показана практическая значимость выполненных исследований для решения таких задач, как: развитие экологического просвещения населения в области обращения с ТКО, улучшение логистических схем перевозки отходов, корректировка нормативов по переработке и утилизации различных типов отходов, а главное – оптимизации системы управления отходами в Российской Федерации.

Ключевые слова: экология, загрязнение окружающей среды, твердые коммунальные отходы (ТКО), морфологический состав отходов, раздельный сбор, сортировка, рециклинг, переработка отходов, сезонная динамика, вторичное сырье

Введение

Проблемы, связанные с накоплением и обращением бытового мусора, на сегодняшний день особенно актуальны. Бытовой мусор или, как принято официально называть подобные отходы, твердые коммунальные отходы (ТКО) являются результатом повседневной непродушенной жизнедеятельности человека. Природа оказалась умнее человека: в экосистемах благодаря протеканию малого круговорота веществ отходы жизнедеятельности одних организмов являются пищевым ресурсом для

In the present paper the analysis of statistical data on the quantities of generated and disposed or neutralized waste in the Russian Federation is carried out. The factors influencing the increase in the mass of municipal garbage have been identified. The results of the experimental studies of changes in municipal solid waste (MSW) morphological composition formed in urbanized territories of the city of Samara, depending on the season of the year, are presented. The analysis of the dynamics of changes in the morphological composition of MSW for three seasons of the year is given. The factors influencing the change in the mass content of the main fractions in the urbanized territories municipal waste composition in different periods of the year have been established. The practical significance of the performed research is shown for solving such tasks as: the development of environmental education of the population in the field of MSW management; improvement of logistics schemes for waste transportation; adjustment of standards for processing and disposal of various types of waste, and most importantly – optimization of the waste management system in the Russian Federation.

Keywords: ecology, environmental pollution, solid municipal waste (MSW), morphological composition of waste, separate collection, sorting, recycling, waste processing, seasonal dynamics, secondary raw materials

других и сравнительно быстро утилизируются ими. К сожалению, цикличность использования ресурсов в естественных условиях реализуется по отношению далеко не ко всем бытовым отходам, производимым человеком. Точнее сказать, ввиду больших объемов накопления бытового мусора в окружающей природной среде недостаточно редуцентов, которые могли бы его быстро и эффективно перерабатывать. Кроме того, в естественных условиях процессы биоразложения органических веществ протекают медленно, от нескольких месяцев до нескольких лет. Поэтому сами по себе микроорганизмы

не смогут решить «мусорные» проблемы человечества, а только в трииединстве с эконоаправленными технологиями и усилиями всего общества [1].

Целью настоящей работы является исследование сезонной динамики морфологического состава ТКО, образуемых населением урбанизированных территорий, для выявления факторов, влияющих на сезонные колебания состава отходов.

Проблемы обращения с коммунальными отходами

В 2019 г. в России стартовала «мусорная реформа». Ее основная цель – решение экологических проблем, связанных с накоплением коммунального мусора, уменьшением количества полигонов, ликвидацией несанкционированных свалок и развитием перерабатывающей отрасли. Данные по количеству бытовых отходов, образующихся на территории страны, представлены в ежегодных выпусках Государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды в Российской Федерации [2].

На рис. 1 показано соотношение образованных и утилизированных/ обезвреженных отходов на территории РФ за период с 2012 по 2021 гг. Анализ данных, представленных на диаграммах, указывает на то, что начиная с 2016 г. в целом наметилась тенденция к увеличению образования ТКО в стране. Так, общая масса отходов в 2016 г. увеличилась на 7,5 %, а максимальный прирост количества ТКО наблюдался

в 2021 г. и составил 21,5 %, при этом утилизируется и обезвреживается меньше половины от всего объёма образующихся отходов. Если прокомментировать данные об утилизированных и обезвреженных отходах за рассматриваемую на рис. 1 декаду, их количество составляет около 50 % от образованных. Таким образом, имеющиеся статистические данные говорят о том, что перерабатывающая мусор отрасль экономики «стоит на месте». На данном направлении цели реформы пока не достигнуты.

Федеральный Закон «Об отходах производства и потребления» определяет семь видов деятельности по обращению с отходами – это накопление, сбор, транспортирование, обработка, утилизация, обезвреживание и размещение отходов. Грамотная организация каждого из вышеперечисленных видов деятельности с ТКО позволит снизить объемы отходов, размещаемых на полигонах и санкционированных свалках, минимизировать их негативное влияние на состояние окружающей среды и решить ряд экологических проблем. Главное внимание должно быть уделено развитию перерабатывающей и обрабатывающей отрасли, так как на данный момент времени самым распространенным методом обращения в России является полигонное захоронение.

По данным Росприроднадзора, около 80 % твердых коммунальных отходов в стране отправляется на полигоны. Это значительно превышает показатели многих развитых стран, где доля захоронения отходов значительно ниже благодаря активному развитию систем переработки и вторичного использования (рис. 2).

Явными причинами увеличения показателей образования отходов являются:

- Высокие темпы роста численности населения мегаполисов.
- Увеличение потребностей населения.
- Увеличение количества упаковочных материалов из картона, бумаги и полимеров.

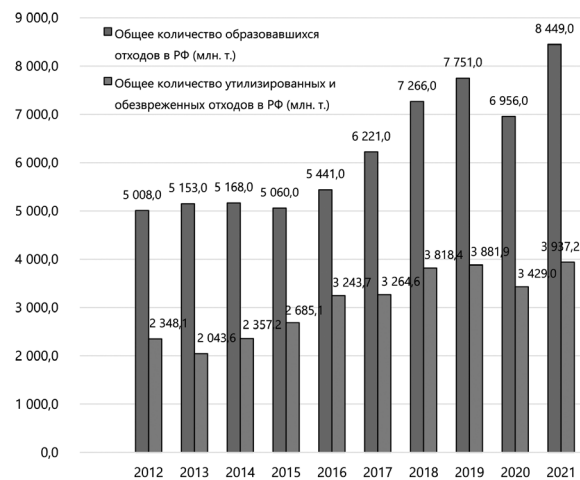


Рис. 1. Соотношение образовавшихся и утилизированных отходов в РФ за период с 2012 по 2021 гг.

Fig. 1. The ratio of generated and disposed waste in the Russian Federation for the period from 2012 to 2021

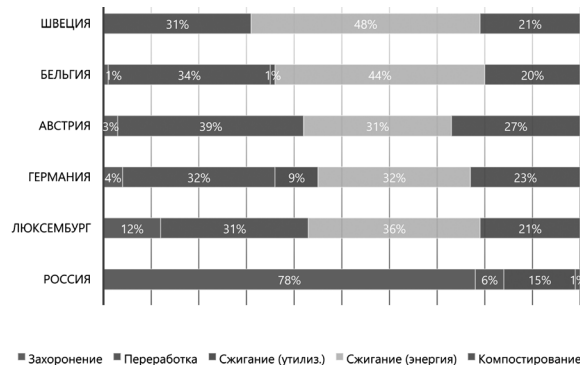


Рис. 2. Сравнение методов утилизации ТКО в России и других странах

Fig. 2. Comparison of MSW disposal methods in Russia and other countries

- Отсутствие многоазовой тары при производстве товаров первой необходимости.

- Реклама и маркетинг.

К более глубоким причинам увеличения массы коммунального мусора относят: упавшие показатели по переработке картона и других вторичных ресурсов, увеличение охвата услугой по обращению с ТКО, запрет на сжигание травы и древесных отходов, стремительное развитие маркетплейсов и, конечно же, невосребованность вторичного сырья [3–8].

Такой подход к обращению с отходами приводит к ряду серьезных проблем, оказывающих негативное воздействие не только на окружающую среду, но и на уровень экологического благополучия населения.

Знаменитая цитата Д.И. Менделеева гласит: «Нет отходов, есть только неиспользованное сырье». По сути ТКО, как многокомпонентные системы, представляют собой смесь, состоящую из разных видов сырья. Главной задачей нашего времени является расширение возможностей его использования, замена захоронения рециклингом тех компонентов мусора, которые легко поддаются переработке.

Одним из первых шагов по пути решения проблем, связанных с накоплением отходов и загрязнением окружающей среды, является сортировка коммунального мусора на месте образования и развитие отрасли вторичной переработки отходов. Вторичная переработка (рециклинг) – деятельность по обращению с отходами, целью которой является их повторное использование. Некоторые виды отходов можно перерабатывать и использовать несколько раз. К ним относят стекло, пластик, бумагу, металлические изделия [9].

Для борьбы с существующими проблемами был создан Национальный проект «Экология», который представляет собой комплексную инициативу, направленную на кардинальное улучшение экологической обстановки в стране и сохранение ее природных ресурсов. Основные направления проекта включают в себя создание системы обращения с отходами, сохранение лесов, улучшение состояния водных объектов, развитие инфраструктуры для обращения с особо опасными отходами. Создание комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами является еще одним важным направлением проекта. В его рамках планируется строительство и модернизация перерабатывающих заводов, внедрение систем раздельного сбора отходов и применение современных технологий переработки. Все эти меры направлены на увеличение доли перерабатываемых и утилизируемых отходов, а также сокращение объемов захоронения ТКО на полигонах [10].

Исследование морфологического состава твердых коммунальных отходов является важным аспектом в управлении отходами и разработке эффективных стратегий их переработки и утилизации. Важной особенностью ТКО является их сезонная изменчивость, которая влияет на количественные и качественные характеристики отходов. Сезонные колебания могут значительно изменять состав ТКО, что требует адаптации подходов к процессу их сбора, транспортировки и переработки.

Экспериментальные исследования сезонных изменений морфологического состава ТКО

Морфологический состав полимерных отходов определяется соотношением различных видов компонентов, которые присутствуют в них в смешанном состоянии, т. е. не подвержены сортировке. Система управления отходами может быть достаточно эффективна только в случае наличия достоверной информации об их составе и объемах накопления на урбанизированных территориях.

Эксперименты по исследованию морфологического состава твердых коммунальных отходов проводились в течение трех месяцев 2023 г.: июля, октября и декабря.

Методика проведения эксперимента включала ежедневный сбор и взвешивание отходов, накопленных в квартире.

В исследовании принимали участие семьи из двух-трех человек с уровнем доходов, близким к среднему, принадлежащие к трем возрастным категориям:

- категория 1: Семьи, в которых возраст участников – от 20 до 45 лет;
- категория 2: Семьи, в которых возраст участников – от 40 до 60 лет;
- категория 3: Семьи, в которых возраст участников – от 60 до 85 лет.

Каждый день в течение исследуемых месяцев (июль, октябрь и декабрь) перед взвешиванием производилось разделение общей массы накопленных в каждой квартире отходов на следующие фракции:

- пищевые отходы;
- стекло;
- пластик;
- бумага;
- текстиль;
- металлы;
- дерево.

После разделения каждая фракция отходов взвешивалась с помощью электронных весов с точностью до 1 г, которые калибровались перед взвешиванием, чтобы исключить погреш-

ности в измерениях. Это обеспечивало точность получаемых данных. Затем полученные по каждой фракции данные фиксировались либо на электронном, либо на бумажном носителе с указанием даты, массы каждой фракции отходов по отдельности, а также их суммы [10].

Обработка и анализ данных исследования

Полученные в ходе эксперимента данные были объединены и внесены в таблицу, которая содержит информацию о массе отходов каждой фракции за каждый из исследуемых месяцев, а также общее и среднее значение массы отходов за три месяца и их процентное соотношение от общей массы.

Для наглядности и удобства восприятия информации, на основании данных исследования были построены диаграммы морфологического состава за июль, октябрь и декабрь по отдельности, их усреднённого показателя, а также сравнения фракционного состава в зависимости от сезона (рис. 3, 4).

Анализ экспериментальных данных показывает, что большую часть в общей массе ТКО занимают пищевые отходы, причем осенью их массовое содержание увеличивается примерно на 20 % по сравнению с летними и зимними месяцами. Объяснить такую динамику можно тем, что летом в России потребление свежих фруктов и овощей находится на довольно высоком уровне, но своего пика этот показатель достигает именно осенью, так как данный временной промежуток является периодом сбора урожая, а также временем традиционных заготовок на зиму. Зимой, в свою очередь, доля пищевых отходов вновь снижается примерно до уровня показателей летнего сезона, что связано с переходом на рацион питания, включающий больше продуктов длительного хранения (осенние заготовки и другие продукты консервации), и увеличением потребления в праздничные дни, что также оказывает влияние на объемы пищевых отходов.

Второе место по массовому содержанию занимают отходы стекла. Примечательно, что в июле и декабре этот вид отходов имеет близкие показатели, что обуславливается возрастающим потреблением напитков в стеклянной таре летом, а также использованием некоторых видов стеклосодержащих консервированных товаров и праздничных напитков зимой.

Третье место по усредненному фракционному составу разделили между собой полимерные отходы, а также отходы бумаги и картона. По диаграмме изменения морфологического состава можно заметить, что летом наблюдается пик содержания пластика в общей массе

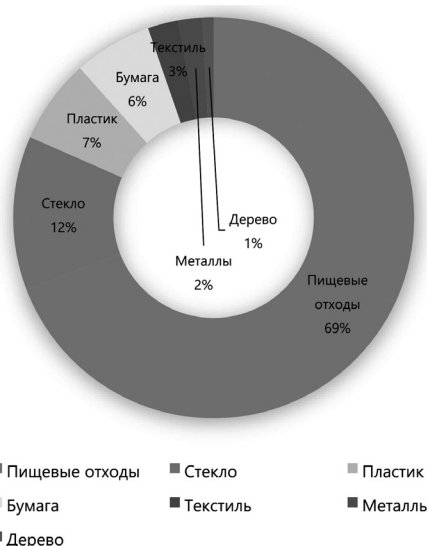


Рис. 3. Усреднённый морфологический состав ТКО за три месяца

Fig. 3. Averaged morphological composition of MSW over three months

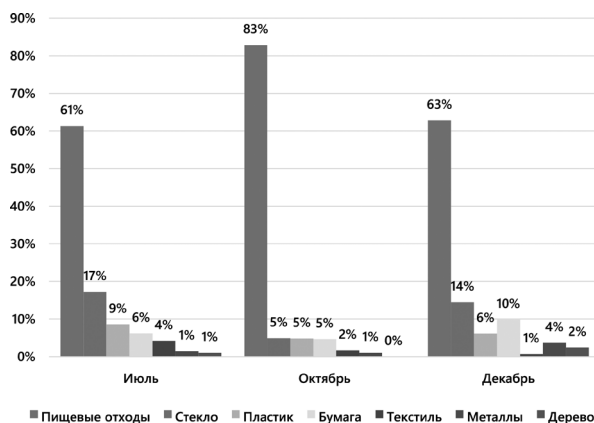


Рис. 4. Динамика изменения морфологического состава ТКО в зависимости от месяца года

Fig. 4. Dynamics of changes in the morphological composition of MSW depending on the month of the year

отходов. Основной причиной этого является увеличение потребления напитков в ПЭТ-бутылках из-за жаркой погоды, а также использование одноразовой посуды. В осенний и зимний периоды отмечается планомерный спад в образовании пластмассовых отходов, примерно на 30 % от июльских значений.

Отходы бумаги и картона имеют максимум своих показателей зимой, что главным образом связано с увеличенным количеством покупок товаров в онлайн магазинах (в том числе и новогодних подарков), упакованных в картонные и бумажные коробки. Также немалый эффект оказывает окончание календарного года на работе

Результаты исследования Study results

Вид отхода	Масса образовавшихся отходов, кг			Общее значение за три месяца, кг	Среднее значение за три месяца, кг	Соотношение от общей массы, %
	июль	октябрь	декабрь			
Пищевые отходы	28,87	14,62	11,46	69,57	23,19	69,17
Стекло	8,11	0,873	2,64	12,48	4,16	12,41
Пластик	4,03	1,69	1,11	6,84	2,28	6,82
Бумага	2,90	1,65	1,79	6,34	2,11	6,31
Текстиль	1,97	0,36	0,12	2,46	0,82	2,44
Металлы	0,69	0,59	0,66	1,94	0,65	1,93
Дерево	0,48	0,005	0,44	0,92	0,31	0,92
Сумма	47,06	35,27	18,24	100,57	33,52	100,00

и в учебных заведениях, вследствие чего возникает необходимость в печати большого количества документов и прочих материалов с использованием бумаги, что неизбежно несёт за собой образование дополнительных отходов.

Показатели содержания текстильных, металлических и деревянных отходов являются самыми низкими среди всех исследованных в данной работе видов ТКО, а их средняя месячная масса не превышает одного килограмма [10].

Таким образом, анализ динамики изменения морфологического состава ТКО за три сезона позволяет сделать вывод о значительной вариации в массе образующихся отходов. Наиболее нагруженным месяцем по массе отходов является июль с показателем в 47 кг, следующим идет октябрь – 35 кг отходов, в декабре образовалось 18 кг отходов. В целом за три месяца общая масса образовавшихся ТКО составила 100 кг, при этом значения средняя масса отходов за месяц равна 33 кг.

Оценка возможностей применения полученных данных

Полученную в ходе экспериментального исследования информацию о сезонных изменениях морфологического состава ТКО и их массы можно использовать для решения большого количества задач, среди них:

1) *Расчёт и оптимизация производственных мощностей предприятий-переработчиков.* Данные о среднемесячном и сезонном объеме различных фракций отходов могут позволить перерабатывающим предприятиям корректировать мощности в конкретный сезон. Например, знание о пиковых объемах пищевых отходов в летние месяцы поможет заводам по производству биогаза или

компостирующим предприятиям подготовиться к увеличенной нагрузке и рассчитать количество необходимых производственных площадей для накопления отходов. Также полученная информация о составе отходов позволит обновить и модернизировать существующее оборудование в соответствии с реальными потребностями, при этом снизив затраты и повысив эффективность.

2) *Улучшение логистики и транспортировки отходов.* Опираясь на результаты исследования, можно увеличить частоту вывоза пищевых отходов в летние месяцы, а в зимние – уменьшить, это может снизить пробег транспорта и эксплуатационные расходы. Помимо этого, можно рассчитать оптимальное количество контейнеров и их расположение в зависимости от типа отходов и сезона, что поможет сократить количество переполненных контейнеров и снизить затраты и частоту их обслуживания.

3) *Корректировка нормативов по утилизации и переработке различных типов отходов на основе сезонных колебаний.*

4) *Повышение осведомленности и уровня вовлеченности населения.* Результаты исследования могут быть использованы для проведения образовательных мероприятий, направленных на информирование общественности о важности раздельного сбора и переработки отходов.

В целом применение результатов исследования сезонной динамики морфологического состава ТКО предоставляет широкие возможности для улучшения системы управления отходами.

Выводы

1. Выполнено экспериментальное исследование сезонной динамики морфологического состава

ва твердых коммунальных отходов, образуемых разными группами населения города Самары.

2. За основу исследования морфологического состава была принята сортировка образующихся в быту отходов по 7 фракциям (пищевые отходы, стекло, пластик, бумага, текстиль, металлы и дерево) и проведено последующее определение массы отходов соответствующей фракции.

3. Анализ полученных экспериментальных данных позволил выявить фракции ТКО, на которые приходится основная часть массы отходов. Также было установлено, что распределение этих фракций сильно меняется в зависимости от сезона года. В ходе обсуждения полученных экспериментальных данных выявлены факторы, обуславливающие сезонные колебания массы основных фракций ТКО.

4. Предложены варианты применения полученных данных с целью разработки более эффективных стратегий переработки ТКО и оптимизации системы управления отходами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Как микроорганизмы перерабатывают отходы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.knife.media.ru/> (дата обращения: 14.07.2024).
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012–2021 гг.: Государственный доклад. М.: Минприроды России; НИИ-Природа, 2013–2022.
3. Отходов становится больше – KP.RU [Электронный ресурс]. URL: <http://www.irk.kp.ru/> (дата обращения: 19.07.2024).
4. Гвоздовский В.И., Князева М.Н., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города, средства и методы их решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, № 3. С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.
5. Пенчук В.А., Диденко В.М. О перспективах применения блочных и мобильных установок сортировки ТБО с учетом их объемов и дальности рассредоточения // Градостроительство и архитектура. 2014. № 2 (15). С. 106–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.17.
6. Зеленцов Д.В., Савельев А.А., Чертес К.Л. Устройство системы пассивной дегазации массивов существующих объектов размещения отходов // Градостроительство и архитектура. 2015. № 4(21). С. 100–102. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.13.
7. Вавилова Т.Я., Коваленков И.О. Актуальные направления архитектурного проектирования объектов обращения с отходами // Градостроительство и архитектура. 2016. № 1(22). С. 91–96. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.15.
8. Чертес К.Л., Савельев А.А., Мартыненко Е.Г., Тупицына О.В., Михасек А.А. Оценка состояния и освоение территорий Самарской области, занятых размещением твердых бытовых отходов // Градостроительство и архитектура. 2016. № 1(22). С. 49–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8.
9. Почему переработка мусора важна? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.es.russia.com> (дата обращения: 17.07.2024).
10. Которыгин Н.В. Исследование сезонной динамики морфологического состава ТКО урбанизированных территорий. Самара, 2023. 66 с.

REFERENCES

1. How microorganisms process waste. Available at: <http://www.knife.media.ru/> (accessed 17 July 2024)
2. *O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2012–2021 gg.: Gosudarstvennyj доклад* [On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2012–2021: State Report]. Moscow, Ministry of Natural Resources of Russia; NIA-Nature, 2013–2022.
3. There is more waste - KP.RU. Available at: <http://www.irk.kp.ru/> (accessed 19 July 2024)
4. Gvozдовский V.I., Knyazeva M.N., Sizova A.I. Environmental problems of a large city, means and methods of their solution. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2017, vol. 7, no. 3, pp. 63–67. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11
5. Penchuk V.A., Datsenko V.M. On the prospects for the use of block and mobile solid waste sorting plants, taking into account their volumes and dispersal range. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2014, no. 2 (15), pp. 106–110. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.17
6. Zelentsov D.V., Savelyev A.A., Chertes K.L. Arrangement of passive degassing system for existing waste disposal facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2015, no. 4(21), pp. 100–102. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.13
7. Vavilova T.Ya., Kovalenkov I.O. Actual directions of architectural design of waste management facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2016, no. 1(22), pp. 91–96. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.15
8. Chertes K.L., Savelyev A.A., Martynenko E.G., Tupitsyna O.V., Mikhasek A.A. Assessment of the state and development of the territories of the Samara region occupied by the disposal of solid household waste. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2016, no. 1(22), pp. 49–57. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8
9. Why is recycling important? Available at: <http://www.es.russia.com> (accessed 17 July 2024)
10. Kotorygin N.V. *Issledovanie sezonnoj dinamiki morfologicheskogo sostava TKO urbanizirovannyh territorij* [Study of seasonal dynamics of morphological composition of MSW of urbanized territories]. Samara, 2023. 66 p.

Об авторах:

ЗАКИРОВА Марина Николаевна
кандидат химических наук,
доцент кафедры природоохранного
и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: zmargo74@yandex.ru

КОТОРЫГИН Никита Владимирович
техник отдела разработки документации
и экспертного сопровождения Управления по охране
окружающей среды и природоохранным технологиям
ООО «СамараНИПИнефть»
443010, Россия, г. Самара, ул. Вилоновская, 18
E-mail: nik.kotorygin@mail.ru

ЗАКИРОВ Дмитрий Радикович
кандидат химических наук,
главный специалист отдела физико-химических
и глубинных исследований
ООО «СамараНИПИнефть»
443036, Россия, г. Самара,
ул. Набережная реки Самары, 1
E-mail: zdmitry2@yandex.ru

ZAKIROVA Marina N.
PhD of Chemistry,
Associate Professor of the Environmental
and Hydraulic Engineering Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: zmargo74@yandex.ru

KOTORYGIN Nikita V.
Technician of the Documentation Development
and Expert Support Department of the Department
of Environmental Protection and Environmental
Technologies
LLC «SamaraNIPIneft'»
443010, Russia, Samara, Vilonovskaya st., 18
E-mail: nik.kotorygin@mail.ru

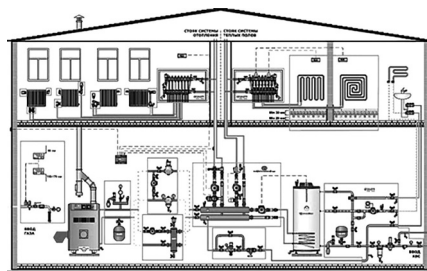
ZAKIROV Dmitry R.
PhD of Chemistry,
Chief specialist of the department of physicochemical
and depth research
LLC «SamaraNIPIneft'»
443036, Russia, Samara, Samara river embankment st., 1
E-mail: zdmitry2@yandex.ru

Для цитирования: Закирова М.Н., Которыгин Н.В., Закиров Д.Р. Исследование сезонной динамики морфологического состава твердых коммунальных отходов урбанизированных территорий // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 51–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.08.
For citation: Zakirova M.N., Kotorygin N.V., Zakirov D.R. Investigation of seasonal dynamics of the morphological composition of municipal solid waste in urbanized territories. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 51–57. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.08.



**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

	Оказание образовательных услуг по направлению «Пожарная безопасность», разработка мероприятий по предотвращению пожаров
	Петр Павлович ЯЦЕНКО директор
	443001, г. Самара, Молодогвардейская, 194, каб. 661,650, 655, 667 (846) 242-11-19; +7(927)264-84-38 samara-pb@inbox.ru



А. Н. БУТОВКА
Д. А. КРЕТОВ
С. С. МОРОЗОВА

ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ В СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ: СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА И ОБЗОР НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

APPLICATION OF GLASS PLASTIC PIPES IN DRAINAGE SYSTEMS:
MATERIAL PROPERTIES AND REVIEW OF REGULATORY REQUIREMENTS

В условиях растущего спроса на эффективную и надежную водопроводную инфраструктуру стеклопластиковые трубы, предлагая ряд преимуществ, весьма перспективны для использования в системах водоснабжения и водоотведения благодаря их коррозионной стойкости, малому весу и высокому соотношению прочности к весу и гладкой внутренней поверхности. Цель исследования состояла в оценке пригодности стеклопластиковых труб для использования в сфере трубопроводного транспорта, в том числе для систем водоотведения. Для этого был проведен комплексный анализ их физико-механических характеристик и сопоставление с требованиями российских и международных нормативных документов (Своды правил, ГОСТ, ГОСТ Р, государственные стандарты Республики Казахстан СТ РК, американские стандарты AWWA, ASTM и др.).

Ключевые слова: стеклопластиковые трубы, водоотведение, канализация, водоснабжение, свойства материала, физико-механические характеристики, нормативные требования, ограничения

В настоящее время существует множество классификаций труб, используемых в системах водоснабжения и водоотведения (по типу материала, по назначению, по способу присоединения и др.) [1].

Качество труб напрямую зависит от материала, из которого выполнено изделие, особенностей его состава и наличия в нем различных

With the growing demand for efficient and reliable water infrastructure, fiberglass pipes, while offering a number of advantages, are highly promising for use in water supply and drainage systems due to their corrosion resistance, low weight, high strength-to-weight ratio and smooth finish inner surface. The purpose of the study was to assess the suitability of fiberglass pipes for use in the field of pipeline transport, including for drainage systems. For this purpose, a comprehensive analysis of their physical and mechanical characteristics and comparison with the requirements of Russian and international regulatory documents (Code of Practice, GOST, GOST R, state standards of the Republic of Kazakhstan ST RK, American standards AWWA, ASTM, etc.) was carried out.

Keywords: fiberglass pipes, drainage, sewage system, water supply, material properties, physical and mechanical characteristics, regulatory requirements, restrictions

добавок. Материалы должны обеспечивать бесперебойную работу трубопроводов, выдерживая различные нагрузки и агрессивные среды.

Стеклопластик обладает высокой химической стойкостью, что позволяет использовать его в самых разнообразных условиях. Материал имеет в составе различные виды смол. Армирующим материалом композита является стекловолокно,

связующим веществом могут выступать эпоксидные, полиэфирные или винилэфирные смолы. Стеклопластиковые трубы широко применяют в различных отраслях, включая нефтегазовую, водоснабжение и канализацию [2–5]. Более подробная информация для стеклопластиковых труб на эпоксидном связующем представлена в табл. 1.

Преимущества стеклопластиковых труб:

- малый вес;
- высокая коррозионная стойкость – стеклопластик устойчив к воздействию агрессивных сред, что позволяет использовать его в различных условиях;
- длительный срок службы;
- высокая пропускная способность – гладкая внутренняя поверхность труб снижает потери давления;
- устойчивость к температурным перепадам – стеклопластиковые трубы могут выдер-

живать широкий диапазон температур, от минусовых до высоких;

▪ простота монтажа – соединение труб осуществляется с помощью специальных фитингов, что упрощает и ускоряет монтажные работы.

Несмотря на свои преимущества, стеклопластиковые трубы имеют некоторые ограничения. Так, они могут быть менее устойчивы к механическим повреждениям при высоких нагрузках. Однако современные технологии позволяют армировать трубы дополнительными слоями, что значительно повышает их прочность.

Сравнивая стеклопластиковые трубы с другими материалами, применяемыми в канализационной системе, важно остановиться на ряде технологических характеристик (табл. 2). При определении жизнеспособности материала трубы, как правило, учитывают коррозионную стойкость, характеристики гидравлического потока и свойства материала. Во всех трех

Таблица 1. Сферы применения труб на эпоксидном связующем
Table 1. Areas of application for epoxy resin pipes

Сфера применения	Виды систем, сооружений и конструкций
ЖКХ	Трубопроводы для линий горячего и холодного водоснабжения, теплоснабжения, водоотведения и канализации
Нефтедобыча	Внутрипромысловые трубопроводы
	Обсадные и насосно-компрессорные трубы
	Трубопроводы поддержания пластового давления
	Технологические трубопроводы
Химическая промышленность	Трубопроводы для транспортировки кислот, их солей и химически агрессивных растворов
	Трубопроводы химводоподготовки
	Шламопроводы и системы золошлакоудаления
Энергетическая промышленность	Системы опреснительных установок
Другие сферы	Транспортировка химически агрессивных сред и стоков гальванических цехов
	Система пожаротушения

Таблица 2. Физико-механические свойства различных материалов
Table 2. Physical and mechanical properties of various materials

Физико-механические свойства	Стеклопластик	ПВХ	Сталь	Алюминий
Плотность, т/м ³	1,6–2,0	1,4	7,8	2,7
Разрушающее напряжение при растяжении, МН/м ²	410–1180	41–48	410–480	80–430
Предел прочности при изгибе, МН/м ²	690–1240	30–110	400	275
Модуль упругости при растяжении, Г Па	21–41	2,8	210	70
Коэффициент линейного расширения, 10 ⁻⁶ °C ⁻¹	5–14	54–75	11–14	2,2–2,3
Коэффициент теплопроводности, Вт/мК	0,3–0,35	0,3	46	140–190

характеристиках трубы из стекловолокна имеют высокие показатели.

Стеклопластиковые трубы коррозионно-стойки, не требуют катодной и протекторной защиты. Это позволяет снизить затраты на техническое обслуживание в течение жизненного цикла трубы. Устойчивость к коррозии труб из стеклопластика делает трубу невосприимчивой к гальванической (в условиях почвы с низким pH) и электролитической (от блуждающих электрических токов) коррозии.

Гладкая внутренняя поверхность стеклопластиковой трубы обеспечивает превосходные гидравлические характеристики и снижает потери напора. При этом поверхность износостойка, что дает положительный эффект при применении в напорных трубах, поскольку потери напора не увеличиваются в зависимости от срока службы трубы.

Материал трубы имеет коэффициент текучести Хазена-Вильямса, равный 150, и значение коэффициента текучести Мэннинга, равный 0,009. Чрезвычайно гладкая внутренняя поверхность трубы снижает потери напора и длительно сохраняется, что идеально подходит для применения в напорных трубах, поскольку потери напора остаются практически постоянными в течение всего срока службы трубы.

Благодаря уникальному сочетанию высокой прочности, малого веса и химической стойкости, волокнистые композиты стали оптимальным материалом для производства труб. По сравнению с традиционными металлическими трубами изделия из композитов служат в несколько раз дольше, не требуют дополнительной антикоррозионной защиты и значительно легче. Это существенно снижает затраты на монтаж и обслуживание трубопроводов.

Основные свойства стеклопластиков, как и других композитных материалов, определяются тремя ключевыми факторами: прочностью армирующего волокна, механическими

характеристиками полимерной матрицы и качеством соединения между волокном и матрицей. Эти факторы влияют на такие свойства материала, как прочность, жесткость и долговечность [6, 7].

Пределы работы труб на полиэфирных смолах – давление 32 атм и температура 90 °С; для труб на эпоксидном связующем – предельное давление на порядок выше – до 240 атм; предельная температура теплоносителя 130 °С.

Стеклопластик – это неоднородный материал, состоящий из нескольких слоев. Его свойства сильно зависят от того, как расположены волокна в этих слоях. Например, прочность и жесткость трубы во многом определяются углом намотки волокон θ . Схема укладки и деформации армирующих волокон стеклопластиковой трубы представлена на рисунке.

При работе композиционных материалов нагрузки в основном воспринимаются армирующими волокнами, так как трубы представляют собой определенную конструкцию для восприятия нагрузок от внутреннего давления, осевого растяжения, изгиба и т. п. [8, 9].

Анализ разрушения композитных материалов позволяет определить их прочность и смоделировать процессы, ведущие к их разрушению под нагрузкой. В композитных трубах типичным видом разрушения является потеря герметичности стенок из-за образования трещин в матрице и нарушения сцепления между волокнами и матрицей [9].

Разрушение композитных материалов – сложный процесс, включающий несколько стадий. На начальном этапе происходит локальное повреждение верхнего слоя. Затем разрушение распространяется до последнего слоя материала.

Механизмы разрушения композитов разнообразны и зависят от многих факторов, включая свойства компонентов и их взаимодействие. Разрушение волокон, матрицы и адгезионных связей требует различных подходов к моделированию.

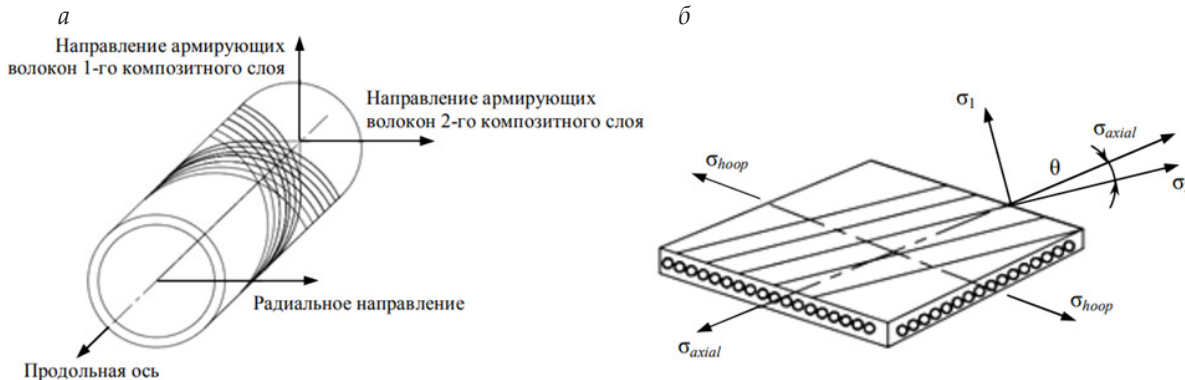


Схема укладки (а) и деформации (б) армирующих волокон стеклопластиковой трубы
Scheme of laying (a) and deformation (b) of reinforcing fibers of a fiberglass pipe

Критерий максимальных напряжений является одним из методов оценки прочности композитов. Он учитывает неоднородность материала и взаимодействие компонентов [10].

Также надо учитывать, что при эксплуатации стеклопластиковых труб в производственно-дождевой канализации на долговечность трубопроводной системы будет оказывать влияние транспортируемая среда. На опасных производственных объектах в ливневые стоки непременно будут попадать нефтепродукты, масла и иные химически агрессивные жидкости. В результате такого воздействия изменяются деформационно-прочностные показатели материалов, другими словами, будет проходить процесс старения. На практике для оценки стойкости к различным агрессивным средам (например, растворы кислот, солей и оснований) ограничиваются оценкой основных механических показателей (предел прочности и модуль упругости), измеренных для волокон, полимерной матрицы и композитов.

Одним из плюсов применения стеклопластиковых труб была отмечена ее высокая пропускная способность благодаря гладкой внутренней поверхности трубы. Однако помимо химических примесей в производственно-дождевые стоки могут попадать различные твердые вещества, под действием которых внутренние стенки стеклопластиковых труб будут подвергаться абразивному износу. Стеклопластиковые трубы часто подвергаются абразивному износу, вызванному воздействием твердых частиц, переносимых жидкостью. Этот процесс приводит к постепенному разрушению внутренней поверхности трубы и снижению срока ее службы. Интенсивность износа зависит от свойств как самой трубы, так и абразивных частиц, таких как их размер, форма и химический состав. Для оценки устойчивости труб к гидроабразивному износу применяются специальные методы. Одним из наиболее распространенных является метод, основанный на стандарте ГОСТ Р 55877–2013, аналогичный немецкому стандарту DIN EN 295-3:2012. Этот метод позволяет оценить износостойкость материала, имитируя условия эксплуатации труб в реальных условиях [11, 12]. Однако следует отметить сложность данного метода из-за практически полного отсутствия необходимого оборудования в испытательных лабораториях России. Поэтому здесь остается актуальным вопрос разработки подходов прогнозирования долговечности стеклопластиковых трубопроводов, по аналогии с похожими подходами для полимерных трубопроводов [13].

Если учитывать, что основной средой эксплуатации стеклопластиковых труб в системах

водоотведения является вода, необходимо также оценивать способность к водопоглощению композитного материала. Стоит подчеркнуть, что все полимерные материалы, в том числе и стеклопластики, в большей или меньшей степени гигроскопичны, т. е. обладают способностью впитывать влагу. Вода в большей степени влияет на матрицу. Низкая прочность композитов во влажном состоянии может быть связана с пористостью, образовавшейся в результате попадания воздуха в материал при его изготовлении. Чрезмерная неоднородность материала может привести к потере герметичности, пластификации (набухание) и замерзанию воды в порах, что влечет за собой возникновение механических напряжений и является одной из основных причин трещинообразования [14].

Основываясь на приведенном в табл. 1 перечне сфер применения, была проанализирована действующая нормативная документация и ее требования к стеклопластиковым трубам.

Основными отечественными нормативными документами, регулирующими область проектирования и строительства наружных сетей водоснабжения и водоотведения в Российской Федерации, являются СП 31.13330.2021, СП 32.13330.2018 и СП 129.13330.2019.

СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» устанавливает требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых сооружений водоподготовки и систем наружного водоснабжения поселений и городских округов, производственных и сельскохозяйственных объектов. Согласно данному своду правил материал и класс прочности для водоводов и водопроводных сетей следует выбирать на основании технико-экономического, статического и гидравлического расчетов, коррозионной агрессивности грунта и транспортируемой воды, а также условий обеспечения надежности и долговечности работы трубопроводов и требований к качеству воды.

Для водоводов допускается применение труб и фасонных изделий, изготовленных из стеклокомпозитов с резьбовыми, муфтовыми резьбовыми, раструбными резьбовыми, резьбовыми клеевыми, муфтовыми клеевыми, раструбными клеевыми, муфтовыми блокирующими и раструбными блокирующими соединениями, соответствующих требованиям действующих стандартов, при прокладке на участках с расчетным внутренним давлением до 3,2 МПа, на слабых, неустойчивых и болотистых грунтах, в гористой местности, в условиях многолетней мерзлоты, в сейсмически опасных районах, дюкерах, вертикальных трубопроводах, под железными и автомобильными

дорогами, в местах пересечения хозяйственно-питьевого водопровода с сетями канализации, по автодорожным и городским мостам, по опорам, эстакадам и в тоннелях.

СП 32.13330.2018 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» устанавливает правила проектирования вновь строящихся и реконструируемых систем водоотведения, наружных сетей и сооружений постоянного назначения для бытовых и поверхностных (дождевых и талых) стоков, а также близких к ним по составу производственных сточных вод. Стоит отметить, что данный нормативный документ предусматривает перекачку в том числе производственных агрессивных или взрывоопасных сточных вод согласно п. 8.2 (табл. 17 СП 32.13330.2018) и п. 11.2 (табл. 21 СП 32.13330.2018).

Материал труб и каналов, применяемых в системах водоотведения, должен быть стойким к влиянию как транспортируемой сточной жидкости, так и газовой коррозии в верхней части коллекторов. Стоит отметить, что для предотвращения газовой коррозии СП 32.13330.2018 предусматривает применение стеклокомпозитных труб как один из способов защиты. Данный свод правил также устанавливает требования к размещению люков и колодцев в рамках проектирования канализации.

Требования СП 32.13330.2018 допускают применение стеклокомпозитного материала для производства труб, лотков, каналов, колодцев, емкостей, насосных станций, взаимодействующих со сточными водами, образующимися на территориях жилых и общественно-деловых зон всех видов, на территориях производственных зон и зон транспортной инфраструктуры, которые могут быть загрязнены специфическими загрязняющими веществами с токсичными свойствами или органическими веществами, обуславливающими высокие значения показателей ХПК, БПК_з, а также нефтепродуктами, СПАВ, тяжелыми металлами, аммонийным азотом, фосфором фосфатов.

Следует отметить, что при проектировании сооружений очистки поверхностных сточных вод с территорий производственных зон эти воды имеют более сложный состав, который определяется характером основных технологических процессов, а концентрация при-

месей зависит от вида поверхности водосбора, санитарно-технического состояния и режима уборки территории, эффективности работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сырья, промежуточных и готовых продуктов, отходов производства. Так, ГОСТ Р 58367–2019, распространяющийся на проектирование объектов обустройства нефтяных, газонефтяных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений, устанавливает среднюю концентрацию загрязнений в поверхностных водах, собираемых на объектах месторождений нефти, значения которых представлены в табл. 3.

С 29.01.2024 вступили в силу Изменения № 3 к СП 32.13330.2018, в которых были введены требования к стеклокомпозитным трубам. Так, например, добавлены требования при гидравлическом расчете канализационных сетей в части учета физико-механических свойств труб и деталей трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекловолокнами согласно ГОСТ Р 55068. Также свод правил дополняется ссылкой на СП 129.13330 и ГОСТ Р 54560.

СП 129.13330.2019 «СНиП 3.05.04-85* Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» устанавливает правила, которые должны соблюдаться при строительстве вновь строящихся и реконструируемых наружных сетей и сооружений водоснабжения и канализации населенных пунктов и промышленных предприятий. Требования данного свода правил предусматривают применение в трубопроводных системах водоотведения в производственной канализации стеклокомпозитных труб и фитингов, соответствующих стандартам ГОСТ Р 54560, ГОСТ Р 53201 или ГОСТ Р 55068. В СП 129.13330.2019 подробно расписаны требования к монтажу стеклокомпозитных трубопроводов с различными видами разъемных и неразъемных соединений, в том числе раструбных и резьбовых, с помощью которых соединяются трубы. Также в своде правил учитываются особенности стеклокомпозитных материалов и тип соединения труб при проведении гидравлических испытаний и установлении испытательного давления на прочность и герметичность.

С 22.01.2024 действуют Изменения № 1 к СП 129.13330.2019, в которых внесены новые

Таблица 3. Значения показателей загрязнения поверхностных вод
согласно ГОСТ Р 58367–2019
Table 3. Surface water pollution indicator values according to GOST R 58367–2019

Взвешенные вещества	БПК	Нефтепродукты
300 мг/л	20-40 мг/л	50-100 мг/л

требования к стеклокомпозитным трубам. Так, в изменениях установлен нормативный срок службы сооружений и сетей водоснабжения и канализации из стеклопластика на уровне 50 лет, что значительно превышает аналогичные показатели для традиционных материалов (железобетон, бетон, хризотилцемент).

Для проектирования и монтажа подземных трубопроводов из стеклопластика применяются СП 40-104-2001 и СП 40-105-2001, распространяющиеся на трубопроводы из

стеклопластиковых труб диаметром до 300 мм для холодного водоснабжения и до 500 мм для самотечной канализации соответственно. Требования обоих сводов правил ограничиваются стеклопластиковыми трубами, изготовленными по конкретным техническим условиям.

Анализ стандартов, представленный в табл. 4, демонстрирует широкое разнообразие как отечественных, так и зарубежных нормативных документов, регулирующих производство стеклопластиковых труб.

Таблица 4. Требования национальных и зарубежных стандартов, распространяющиеся на стеклопластиковые трубы
Table 4. Requirements of national and foreign standards applicable to fiberglass pipes

Нормативный документ	Область применения	Параметры трубопроводов	
		давление, МПа	диаметры, мм
ГОСТ Р 59411–2021	Проектирование, строительство и эксплуатация промышленных трубопроводов	До 21	От 50 до 450
ГОСТ Р 54560–2015	Требования к стеклопластиковым трубам для водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации	До 3,2	От 300 до 3000
ГОСТ Р 53201–2023	Требования к стеклопластиковым трубам для технического и питьевого водоснабжения, крепления скважин, транспортировки нефтепродуктов, растворов солей, кислот и других химических реагентов	От 3,5 до 27,6	От 50 до 200
ГОСТ Р 55068–2012	Требования на трубы для использования в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения, транспортирования нефтепродуктов, морской воды, химически агрессивных и абразивосодержащих сред	До 25	От 20 до 600
ГОСТ Р 55078–2012	Требования к царгам из реактопластов, армированных стекловолокном, предназначенных для отвода газа, газовоздушных смесей и дыма	–	–
ГОСТ 32661–2014	Требования к стеклопластиковым трубам для строительства систем водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации, транспортирования жидких углеводородов, пара, газообразных и агрессивных сред, а также систем специального назначения	До 3,2	От 300 до 3000
ГОСТ Р 56277–2014	Требования к внутрипромышленным трубопроводам нефтяной и газовой промышленности из полимерного композиционного материала	До 4	От 100 до 450
ISO 14692-1	Применяемые материалы	До 0,8	От 25 до 1200
ISO 14692-2	Оценка и изготовление стеклопластиковых труб	До 0,8	От 25 до 1200
ISO 14692-3	Проектирование промышленных трубопроводов	До 0,8	От 25 до 1200
ISO 14692-4	Строительство промышленных трубопроводов	До 0,8	От 25 до 1200
СТ РК 1255-1-2004	Применяемые материалы	До 1,2	От 25 до 1200

Окончание табл. 4

Нормативный документ	Область применения	Параметры трубопроводов	
		давление, МПа	диаметры, мм
СТ РК 1255-2-2004	Оценка и изготовление стеклопластиковых труб	До 1,2	От 25 до 1200
СТ РК 1255-3-2004	Проектирование промышленных трубопроводов	До 1,2	От 25 до 1200
СТ РК 1255-4-2004	Строительство промышленных трубопроводов	До 1,2	От 25 до 1200
AWWA C950	Изготовление и испытания стеклопластиковых труб водоснабжения	До 3,2	От 200 до 4000
ASTM D3517-2014	Спецификация напорных трубопроводов	До 3,2	От 200 до 3700
ASTM D3754-2019	Спецификация трубопроводов водоснабжения	До 3,2	От 200 до 3700

Одним из ключевых стандартов, по рассматриваемой теме, в Российской Федерации является ГОСТ Р 53201–2023 «Трубы стеклопластиковые и фитинги. Технические условия». Данный нормативный документ устанавливает требования к изделиям диаметром от 50 до 200 мм, изготовленным из композитных материалов на основе стекловолокна. Такие трубы предназначены для широкого спектра применений, включая системы водоснабжения и канализации, в том числе для промышленных стоков.

Еще одним нормативным документом, устанавливающим технические требования на стеклопластиковые трубы, изготавливаемые методом непрерывной намотки армирующего наполнителя, является ГОСТ Р 55068–2012 «Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами. Технические условия». Данный стандарт устанавливает требования к трубам диаметром от 20 до 600 мм, которые широко применяются в различных сферах: от коммунального хозяйства до различных отраслей промышленности, включая транспортировку агрессивных сред.

В ГОСТ Р 54560–2015 «Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, для водоснабжения, водоотведения, дренажа и канализации. Технические условия» изложены требования, которым должны удовлетворять трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном, предназначенные для транспортирования различных рабочих сред, таких как

бытовые, промышленные и ливневые стоки, питьевые, морские и технические воды, водные растворы химических элементов и иные среды по согласованию с производителем. Требования стандарта распространяются на трубы номинального диаметра от 300 до 3000 мм.

Стоит отметить, что в указанном национальном стандарте представлена таблица с перечнем допускаемых и нерекомендуемых водных растворов веществ, которые оказывают влияние на стеклопластиковые трубы в зависимости от концентрации этих веществ и типа связующего материала труб.

Аналогичные нормативные документы – ГОСТ 32661–2014 «Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных волокном. Общие технические условия» и ГОСТ Р ИСО 10467–2013 «Трубопроводы из армированных стекловолокном термореактопластов на основе ненасыщенных полиэфирных смол для напорной и безнапорной канализации и дренажа. Общие технические требования» регламентируют требования к стеклопластиковым трубам, используемым в различных инженерных системах. Эти документы охватывают трубы диаметром от 50 до 4000 мм, изготовленные различными методами и предназначенные для широкого спектра применений, включая водоснабжение, канализацию и транспортировку агрессивных сред.

Нормативная база, регулирующая применение полимерных композитных труб в нефтегазовой промышленности, представлена в ГОСТ Р 56277–2014 «Трубы и фитинги композитные полимерные для внутрипромысловых

трубопроводов. Технические условия». Этот стандарт устанавливает требования к материалам, производству и испытаниям труб, обеспечивая их безопасность и надежность при эксплуатации в различных условиях.

В части проектирования и строительства стеклопластиковых труб действует ГОСТ Р 59411–2021, распространяющийся на проектирование, производство и приемку строительно-монтажных работ при сооружении, реконструкции и капитальном ремонте и эксплуатацию промысловых трубопроводов из стеклопластиковых труб диаметром до 450 мм. Данный стандарт предназначен для нефтегазовой промышленности и распространяется на перекачку таких сред, как продукты скважин, товарная нефть, ингибиторы, пластовые и сточные воды. Следует отметить, что при выполнении расчетов по данному стандарту применяются гораздо большие коэффициенты запаса к стеклопластиковым трубопроводам по сравнению с аналогичными стальными [15].

В завершение анализа отечественных нормативных документов следует отметить, что в настоящее время намечен постепенный переход системы технического регулирования строительной отрасли к параметрическому методу нормирования в рамках «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г.». Параметрическая система будет лишь способствовать расширению области применения стеклопластиковых труб.

В мировой практике также повсеместно используют трубы из композитных материалов. При проектировании и строительстве трубопроводов из стеклопластика применяются международные стандарты.

Стандарты ISO 14692-1, ISO 14692-2, ISO 14692-3 и ISO 14692-4 в основном предназначены для морских трубопроводов как на стационарных, так и на плавучих сооружениях, а также для систем подачи воды, противопожарной системы и общего промышленного пользования. Стандарты устанавливают требования к трубам диаметром от 25 до 1200 мм.

Кроме того, в Республике Казахстан действуют государственные стандарты СТ РК 1255-1–2004, СТ РК 1255-2–2004, СТ РК 1255-3–2004, СТ РК 1255-4–2004, основанные на международных нормах ISO 14692, с некоторыми особенностями в отношении допустимых давлений [4].

В 1968 г. Американский институт нефти (API) опубликовал свой первый стандарт на трубы из стеклопластика. Этим первым стандартом API был API 15LR спецификация для

труб, армированных термореактивной смолой. Сегодня в США существуют Стандарты напорных труб из стеклопластика, принятые международными признанными организациями по стандартизации, такими как Международная организация по стандартизации (ISO), Американское Общество по испытанию материалов (ASTM) и Американская ассоциация водопроводных работ (AWWA). Стандарты, разработанные сегодня, содержат набор строгих эксплуатационных критериев, которым должен соответствовать этот современный трубный материал. Наиболее распространенными системными стандартами для применения под давлением с использованием стеклопластиковых труб большого диаметра являются следующие:

- ASTM D3517 (1976) – стандартная спецификация для напорной трубы из стекловолокна (армированной стекловолокном термореактивной смолы; применимо для труб диаметром от 8 до 144 дюймов – от 200 до 3700 мм), с кремнистым песком или без него, а также полиэфирной или эпоксидной смолой;
- ASTM D3754 (1979) – стандартная спецификация для стеклопластиковых (армированных стекловолокном термореактивных смол) канализационных и промышленных напорных труб (применимо для труб диаметром от 8 до 144 дюймов – от 200 до 3700 мм), с кремнистым песком или без него, а также полиэфирной или эпоксидной смолой.

В настоящее время данные документы обновлены до ASTM D3517-2019 и ASTM D3754-2019, где указываются нормативные размеры для стеклопластиковых труб в диапазоне от DN 200 до DN 3700.

Американский национальный стандарт AWWA C950 описывает изготовление и испытания стеклопластиковых труб (от DN 25 до DN 4000) и соединительных систем для использования как в надземных, так и в подземных системах водоснабжения. Данный стандарт используется в качестве руководства для производства стеклопластиковых напорных труб систем водоснабжения.

Исходя из требований выбранных стандартов, основными физико-механическими и физико-химическими характеристиками труб систем водоотведения из стеклокомпозитных материалов, необходимыми для оценки качества эксплуатируемых труб, являются:

- предел прочности в осевом и окружном направлении;
- модуль упругости в осевом и окружном направлении (кольцевая жесткость);
- плотность материала;
- степень отверждения (полимеризации).

Также дополнительно контролируются такие показатели, как: коэффициент теплопроводности,

температура стеклования полимерного композита, удельная теплоемкость, коэффициент теплового расширения, водопоглощение и показатель твердости поверхности трубы.

Кроме того, в соответствии с ФНиП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов» установлено, что на площадках опасных производственных объектов складов нефти и нефтепродуктов сеть производственных сточных вод (допускается объединение производственной и дождевой канализации) должна быть закрытой и выполняется из негорючих материалов.

ГОСТ Р 58367–2019 (п. 6.7.3.7) также регламентирует проектирование канализационных сетей нефтесодержащих сточных вод из негорючих материалов, однако положения стандарта предусматривают проектирование напорных трубопроводов нефтесодержащих сточных вод из стеклопластиковых труб.

Выводы. 1. Стеклопластиковые трубы представляют собой современное решение для систем водоснабжения и водоотведения благодаря своим эксплуатационным характеристикам, долговечности, простоте монтажа и экономичности.

2. Стеклопластиковые трубы имеют потенциал к увеличению объемов применения в различных отраслях строительства и промышленности, вытесняя при этом традиционные материалы.

3. Для стеклопластиковых труб необходимо составлять технические условия, которые будут устанавливать ряд требований к продукции, ее производству, методам контроля качества и условиям эксплуатации. Также в зависимости от используемых композитных материалов и способов их изготовления должны быть изложены сортаментные характеристики, важные для гидравлических расчетов, и физико-механические показатели, важные для прочностных расчетов трубопроводных систем.

4. Стеклопластиковые трубы могут активно применяться при строительстве сетей водоотведения и канализации при должном соответствии требованиям нормативных документов.

5. На сегодняшний день существующие нормативно-технические документы не полностью регламентируют применение широкого сортамента стеклопластиковых труб и изделий в системах водоотведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голяк С.А., Уляков М.С., Иштакбаев Р.Ф. и др. Особенности выбора материала труб при проектировании систем водоснабжения и водоотведения //

Успехи современного естествознания. 2014. № 12. С. 396–399.

2. Шувалов М.В., Тараканов Д.И. Применение труб из различных материалов для устройства водопроводных сетей // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, № 1. С. 53–59. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7.

3. Бутовка А.Н. Анализ применения различных конструкций композиционных труб и формирование нормативной базы для проектирования строительства из них промысловых трубопроводов // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2018. № 2 (66). С. 14–17.

4. Мехтиев К.А., Диулин В.Д., Морозова С.С. Исследование применения стеклопластиковых труб на месторождениях нефтегазовой отрасли // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2021. № 3 (79). С. 29–32.

5. Мясоедова В.В. Применение стеклопластиковых труб и новых композиционных материалов для инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2004. № 6. С. 28–33.

6. Кузько А.В., Кузько А.Е., Кузьменко А.П. и др. Состав и физико-механические свойства термоактивных стеклопластиков // Известия Юго-Западного Государственного Университета. Серия: Техника И Технологии. 2022. № 3. С. 105–117. DOI: 10.21869/2223-1528-2022-12-3-105-117.

7. Преображенский И.А. Стеклопластики – свойства, применение, технологии // Главный механик. 2010. № 5. С. 37–44.

8. Волков С.А. Стеклопластиковые трубопроводы, особенности работы и ошибки монтажа [Электронный ресурс]. URL: zst.ru/company/news/107 (дата обращения: 05.07.2024).

9. Николаев А.К., Альфредо Лазаро Козйо Веласкес. Моделирование процесса разрушения стеклопластиковой трубы // Записки Горного института. 2017. Т. 223. С. 93–98. DOI: 10.18454/pmi.2017.1.93.

10. Карапетян К.А. Об изменении прочностных характеристик тканевых стеклопластиковых труб, хранившихся длительное время в лабораторных условиях // Доклады НАН Армении. 2000. С. 122–125.

11. Антоев К.П., Попов С.Н. Исследование стойкости к гидроабразивному износу стеклопластиковых труб с полиуретановым покрытием // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2017. № 1 (85). С. 87–90.

12. Иванов С.В., Антошин В.А., Мельников Д.А., Албагачиев А.Ю. Абразивная износостойкость и ресурс эксплуатации труб из стеклокомпозита // Наукоемкие технологии в машиностроении. 2023. № 6. С. 28–37. DOI: 10.30987/2223-4608-2023-28-37.

13. Быковский Г.О., Морозова С.С., Олзреску А., Потапов Б.В. Подход к прогнозированию долговечности полимерных трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2023. № 1 (83). С. 27–31.

14. Корецкая Л., Александрова Т. Структурные изменения неизбежны. Влияние воды на свойства стеклопластиков // Полимерные трубы. 2011. № 1 С. 38–41.

15. Морозова С.С., Леонович Е.А. Исследование фактического коэффициента запаса прочности трубопровода из стеклопластиковых труб // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2023. № 2 (84). С. 7–13.

REFERENCES

1. Golyak S.A., Ulyakov M.S., Ishtakbaev R.F. et al. Peculiarities of pipe material selection in designing water supply and water disposal systems. *Uspehi sovremenogo estestvoznaniya* [The successes of modern natural science], 2014, no. 12, pp. 396–399. (in Russian)

2. Shuvalov M.V., Tarakanov D.I. The use of pipes made of various materials for the construction of water supply networks. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 53–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7

3. Butovka A.N. Analysis of the use of various structures of composite pipes and the formation of a regulatory framework for the design of construction of flowlines from them. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2018, no. 2 (66), pp. 14–17. (in Russian)

4. Mekhtiev K.A., Diulin V.D., Morozova S.S. Study of the use of fiberglass pipes in oil and gas fields. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2021, no. 3 (79), pp. 29–32. (in Russian)

5. Myasoedova V.V. Application of fiberglass pipes and new composite materials for utility networks of water supply and sewerage. *Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie* [Plumbing, Heating, air Conditioning], 2004, no. 6, pp. 28–33. (in Russian)

6. Kuzko A.V., Kuzko A.E., Kuzmenko A.P. and others. Composition and physical and mechanical properties of thermosetting fiberglass. *Izvestiya Jugo-Zapadnogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Tehnika i Tehnologii* [News of Southwestern State University. Series: Machinery and Technology], 2022, no. 3, pp. 105–117. (in Russian) DOI: 10.21869/2223-1528-2022-12-3-105-117

7. Preobrazhensky I.A. Fiberglass – properties, application, technologies. *Glavnyy mehanik* [Chief Mechanical Engineer], 2010, no. 5, pp. 37–44. (in Russian)

8. Volkov S.A. Fiberglass pipelines, peculiarities of operation and installation errors. Available at: zst.ru/company/news/107 (accessed 05 July 2024)

9. Nikolaev A.K., Alfredo Lazaro Coeio Velazquez Modeling the process of destruction of fiberglass pipe. *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 2017, vol. 223, pp. 93–98. (in Russian) DOI: 10.18454/pmi.2017.1.93

10. Karapetyan K.A. On the change in the strength characteristics of fiberglass fabric pipes stored for a long time in laboratory conditions. *Doklady NAN Armenii* [Reports of the National Academy of Sciences of Armenia], 2000, pp. 122–125. (in Russian)

11. Antoev K.P., Popov S.N. Study of resistance to waterabrasive wear of fiberglass pipes with polyurethane coating. *Prirodnye resursy Arktiki i Subarktiki* [Natural resources of the Arctic and Subarctic], 2017, no. 1 (85), pp. 87–90. (in Russian)

12. Ivanov S.V., Antoshin V.A., Melnikov D.A., Albagachiev A.Yu. Abrasive wear resistance and service life of glass composite pipes. *Naukoemkie tehnologii v mashinostroenii* [High-tech Technologies in Mechanical Engineering], 2023, no. 6, pp. 28–37. (in Russian) DOI: 10.30987/2223-4608-2023-28-37

13. Bykovsky G.O., Morozova S.S., Olarescu A., Potapov B.V. Approach to predicting the durability of polymer pipelines of water supply and sewerage networks. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2023, no. 1 (83), pp. 27–31. (in Russian)

14. Koretskaya L., Alexandrova T. Structural changes are inevitable. Effect of water on fiberglass properties. *Polimernye trubyy* [Polymer Pipes], 2011, no. 1, pp. 38–41. (in Russian)

15. Morozova S.S., Leonovich E.A. Study of the actual safety factor of the pipeline made of fiberglass pipes. *Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika* [Pipeline Transport: Theory and Practice], 2023, no. 2 (84), pp. 7–13. (in Russian)

Об авторах:

БУТОВКА Алексей Николаевич

первый заместитель генерального директора
Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству, эксплуатации трубопроводов
и объектов ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая
компания
125319, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Аэропорт, 4-я улица 8 Марта, 3
E-mail: butovka@vniist.ru

BUTOVKA Alexey N.

First Deputy General Director
All-Union Research Institute for Construction, Operation
of Pipelines and Fuel & Energy Complex Facilities –
Engineering Oil & Gas Company
125319, Russia, Moscow, ext. ter. Airport municipal
district, 4th street 8 March, 3, building 1
E-mail: butovka@vniist.ru

КРЕТОВ Дмитрий Александрович

кандидат технических наук, директор центра
технологии и нормативного обеспечения строительства
Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству, эксплуатации трубопроводов
и объектов ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая
компания
125319, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Аэропорт, 4-я улица 8 Марта, 3
E-mail: d.kretov@vniist.ru

KRETOV Dmitry A.

PhD of Engineering Science, Director of the Center for
Technology and Regulatory Support of Construction
All-Union Research Institute for Construction, Operation
of Pipelines and Fuel & Energy Complex Facilities –
Engineering Oil & Gas Company
125319, Russia, Moscow, ext. ter. Airport municipal
district, 4th street 8 March, 3, building 1
E-mail: d.kretov@vniist.ru

МОРОЗОВА Софья Святославовна

директор испытательного центра
Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству, эксплуатации трубопроводов
и объектов ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая
компания
125319, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Аэропорт, 4-я улица 8 Марта, 3
E-mail: morozova@vniist.ru

MOROZOVA Sofya S.

Director of the Testing Center
All-Union Research Institute for Construction, Operation
of Pipelines and Fuel & Energy Complex Facilities –
Engineering Oil & Gas Company
125319, Russia, Moscow, ext. ter. Airport municipal
district, 4th street 8 March, 3, building 1
E-mail: morozova@vniist.ru

Для цитирования: Бутовка А.Н., Кретов Д.А., Морозова С.С. Применение стеклопластиковых труб в системах водоотведения: свойства материала и обзор нормативных требований // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 58–68. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.09.

For citation: Butovka A.N., Kretov D.A., Morozova S.S. Application of glass plastic pipes in drainage systems: material properties and review of regulatory requirements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 58–68. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.09.

Б. Н. ДРИКЕР
А. А. ПРОТАЗАНОВ
Д. А. СИТНИКОВ

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

AN ALTERNATIVE WAY TO PREVENT MINERAL DEPOSITS

Представлены результаты исследования магниевого комплексоната нитрилотриметиленофосфоновой (НТФ) кислоты в качестве инновационного ингибитора минеральных отложений, образующихся в водных системах, с целью повышения эффективности умягчения воды по сравнению с традиционными методами. Эксперименты с модельным раствором, воспроизводящим состав воды с месторождений дочерних обществ ПАО НК «Роснефть», показали, что НТФ-Mg обеспечивает значительное ингибирование солеотложений, снижая их образование в 6–80 раз при концентрациях реагента от 0,5 до 1,75 мг/л. Установлено, что при концентрации 1,25 мг/л количество отложений остается стабильным по сравнению с концентрацией 1,75 мг/л, что указывает на независимость механизма образования отложений от концентрации ингибитора в этом диапазоне. Внедрение данной технологии позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты на очистку сточных вод, предлагая эффективное решение для водоснабжения и водоочистки.

Ключевые слова: водные системы, ингибиторы солеотложений, органофосфонаты, водоснабжение, управление осадкообразованием

This study presents the results of testing magnesium nitrilotris(methylenephosphonate) (NTF-Mg) as an innovative inhibitor of mineral scale formation in water systems, aiming to improve water softening efficiency compared to traditional methods. Experiments using a model solution replicating the water composition from the deposits of Rosneft subsidiaries demonstrated that NTF-Mg significantly inhibits scale formation, reducing deposits by 6–80 times at reagent concentrations of 0.5 to 1.75 mg/L. It was found that at a concentration of 1.25 mg/L, the deposit levels remained stable compared to 1.75 mg/L, indicating that the scale formation mechanism is independent of inhibitor concentration within this range. The implementation of this technology offers a cost-effective solution for water supply and treatment by reducing both capital and operational expenses associated with wastewater treatment.

Keywords: water systems, scale inhibition, organophosphonates, water supply, scale formation management

Образование минеральных отложений, таких как карбонаты, сульфаты, представляет собой серьезную проблему для промышленности, включая химическую, металлургическую, энергетическую и нефтегазовую отрасли, так как приводит к снижению производительности, повышению эксплуатационных расходов и сокращению срока службы оборудования [1–5]. В частности, в нефтегазовой и нефтехимической промышленности эта проблема проявляется в реакторах и трубопроводах, где кристаллизация растворенных солей может не только ухудшать технологические параметры, но и провоцировать ускоренную коррозию оборудования, увеличивая риск аварийных ситуаций.

На сегодняшний день эффективным решением для предотвращения образования отложений является использование химических

реагентов – ингибиторов кристаллизации [6–9], которые снижают скорость образования минеральных фаз, препятствуя зарастанию трубопроводов и агрегатов. По сравнению с традиционным методом умягчения воды с использованием Na-катионовых фильтров, применение ингибиторов, таких как НТФ-Mg, является более гибким и экономически обоснованным подходом, способным обеспечить длительное действие при низких концентрациях (1–5 мг/л) и минимизировать вредное воздействие на окружающую среду.

Настоящее исследование направлено на изучение ингибитора НТФ-Mg для предотвращения солеотложений в условиях эксплуатации ПАО НК «Роснефть». Ожидается, что предложенный реагент продемонстрирует высокую эффективность и позволит заменить менее экономичные методы умягчения воды, что обеспечит сниже-

ние эксплуатационных затрат и уменьшение экологического следа. Экспериментальные данные позволят уточнить механизм действия Mg-НТФ и его влияние на кристаллизацию, что может открыть новые перспективы для улучшения водоочистных технологий в промышленности.

Станция подготовки воды, разработанная и внедренная в технологические процессы компанией ООО «Бантер Групп» на месторождении «Х» ПАО НК «Роснефть» для обеспечения воды хозяйственно-питьевого назначения, предназначена для комплексной очистки воды от различных загрязнений.

Станция обеспечивает очистку воды по заявленным показателям до требований СанПиН 1.2.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Технические характеристики установки подготовки воды хозяйственно-питьевого водоснабжения приведены в табл. 1.

Некоторые характеристики исходной воды представлены в табл. 2.

По технологии, разработанной ООО «Бантер Групп», осветленная сточная вода после прохождения через осветлительные фильтры направляется на дальнейшее умягчение с использованием Na-катионового фильтра (рис. 1).

Технологический процесс включает в себя следующие этапы:

1. **Фаза фильтрации воды** – в этот период Na-катионовый фильтр удаляет из воды жесткие соли, что снижает общую жесткость воды и обеспечивает требуемые параметры качества.

2. **Взрыхляющая промывка фильтра** – этот этап позволяет очистить фильтрующий материал от накопленных отложений, улучшая проходимость фильтра и поддерживая эффективность фильтрации.

3. **Введение регенерационного раствора** – на данном этапе в фильтр подается раствор соли для восстановления обменной емкости Na-катионита, что позволяет поддерживать оптимальные рабочие характеристики фильтра.

4. **Удаление отработанного регенерационного раствора** – использованный раствор сливается из фильтра, обеспечивая его готовность к следующему циклу фильтрации.

Таблица 1. Технические характеристики установки
Table 1. Technical specifications of the installation

Показатель	Ед. изм.	Характеристика
Производительность	м³/ч	3
Номинальная производительность	м³/сут	50
Максимальная производительность	м³/сут	70
Напор на выходе из УППВ, не менее	МПа	0,4
Температура воды на входе в УППВ	°С	+2...+17
Источник воды	Поверхностный	
Режим подачи воды на УППВ	Самотечный	
Расположение оборудования	На открытой площадке	
Режим работы	Непрерывный, круглосуточный, без постоянного присутствия обслуживающего персонала	

Таблица 2. Состав исходной воды
Table 2. Source water composition

Загрязняющие вещества	Исходная вода, поступающая на УППВ
Водородный показатель, единицы pH	5,6
Общая жесткость, мг-экв/л	11
Сульфаты, мг/л	8
Хлориды, мг/л	300
Гидрокарбонаты, мг/л	250

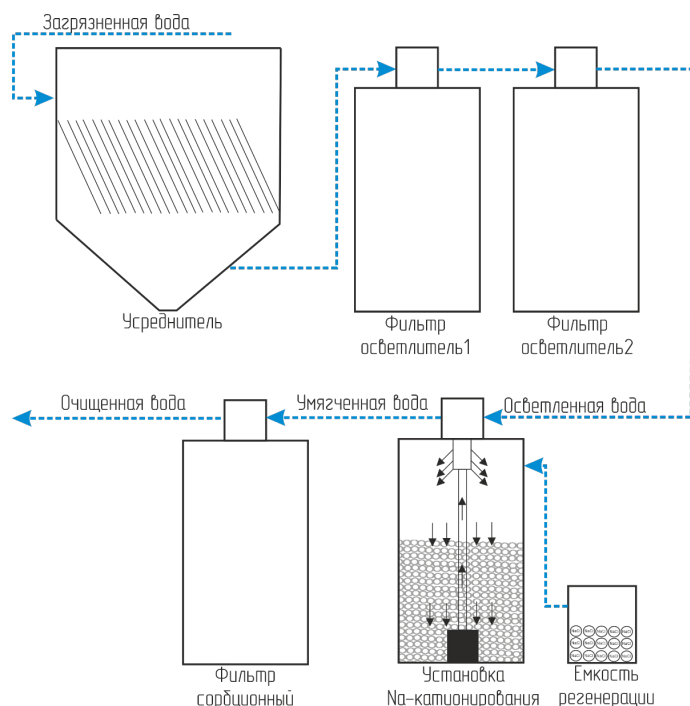


Рис. 1. Принципиальная схема очистки сточной воды с ионообменным аппаратом
 Fig. 1. Schematic diagram of wastewater treatment with an ion exchange unit

5. Окончательная промывка фильтра – завершающий этап, на котором фильтр очищается от остатков регенерационного раствора, что подготавливает его к повторной работе.

Технология обеспечивает непрерывное поддержание обменной емкости Na-катионита за счет циклической регенерации, что позволяет поддерживать стабильное качество умягченной воды и предотвратить накопление отложений в системе.

Операция взрыхляющей промывки применяется с целью устранить уплотнение слежавшейся массы ионита и тем самым обеспечить более свободный доступ регенерационного раствора к зернам ионита. При этом осуществляется удаление из фильтра накапливающихся в слое ионита мелких частиц, вносимых недостаточно осветленной умягчаемой водой и раствором реагентов, а также образующихся вследствие постепенного разрушения ионита в процессе эксплуатации фильтра. По окончании операции взрыхления в ионитовый фильтр пропускают регенерационный раствор хлорида натрия в концентрации 120–200 г/л, который проходит сверху вниз сквозь слой ионита. Ионы натрия из раствора обмениваются на ионы магния и кальция, накопленные в смоле, и, таким образом, ее ионообменная способность восстанавливается.

По окончании регенерации катионита осуществляется отмычка катионита от регенерирующего раствора и продуктов регенерации,

оставшихся в жидкости, заполняющей поры между зернами катионита. Отмычка производится умягченной водой и заканчивается, когда концентрация хлоридов превышает содержание их в умягчаемой воде не более чем на 30–50 мг/л. После окончания отмычки фильтр включается в работу по умягчению воды.

В условиях эксплуатации контроль за работой катионитных фильтров производится путем периодического отбора проб воды до и после умягчения и анализа их на щелочность, общую жесткость и хлориды. Задача контроля заключается в том, чтобы не допустить ухудшения качества умягченной воды против заданных норм и предотвратить проскок катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} путем своевременного вывода фильтра на регенерацию.

Согласно санитарным нормам (СанПиН 1.2.3684-21), очищенные сточные воды могут использоваться для различных нужд, включая эксплуатацию производственных и общественных объектов, а также проведение санитарных и противоэпидемических мероприятий. Однако в условиях, указанных в табл. 3, качество этой воды может способствовать образованию минеральных отложений в трубопроводах. Как альтернативный метод предотвращения образования отложений предлагается применять реагентную обработку воды с использованием ингибитора солеотложений НТФ-Мг.

В лабораторных условиях был приготовлен модельный раствор, имитирующий состав,

приведённый в табл. 2. Исследования стабилизационной обработки воды проводились в динамических условиях при температуре 70 °С (табл. 3) на установке (рис. 2), предназначенной для определения образовавшихся отложений [10]. Количество отложений было определено путем растворения на внутренней поверхности теплообменника отложений, образовавшихся в результате эксперимента, с использованием 0,1н раствора соляной кислоты, и подсчета количества образовавшегося карбоната кальция с применением стандартного комплексонометрического метода. Время экспозиции для каждого эксперимента составляло 60 мин. Для оценки величины погрешности использовали методы математической статистики (число выполненных определений – три).

Из данных, представленных в табл. 3, видно, что использование реагента НТФ-Mg позволяет снизить интенсивность образования отложений в 6–80 раз при концентрации реагента 0,5–1,75 мг/л. Стоит отметить, что при концентрации 1,25 мг/л количество отложений идентично тому, что наблюдалось при концентрации 1,75 мг/л. Это позволяет предположить, что в данном диапазоне концентраций механизм образования отложений не зависит от концентрации ингибитора. Принципиальная схема очистки

сточной воды с применением ингибитора солеотложений представлен на рис. 3.

Технология применения ингибиторов солеотложений представляет собой эффективное решение для сокращения капитальных и эксплуатационных затрат на очистку сточных вод (см. рис. 3). Традиционные методы, основанные на регенерации ионообменных смол, требуют значительных объемов химических реагентов, таких как соль (NaCl), щелочи и кислоты. Это не только увеличивает затраты на материалы, но и создает необходимость в хранении и транспортировке этих реагентов, что может быть особенно неудобно и экономически обременительно для небольших объектов.

Кроме того, использование соли в процессе регенерации может иметь негативные последствия для окружающей среды. Неконтролируемое попадание хлористого натрия в почву или водоемы может привести к загрязнению и нарушению экосистем. Также следует учитывать, что регенерация смолы приводит к образованию концентрированного раствора солей кальция и магния, который требует утилизации или дополнительной обработки. Это создает дополнительную нагрузку на систему водоотведения и может потребовать дополнительных затрат на утилизацию сточных вод.

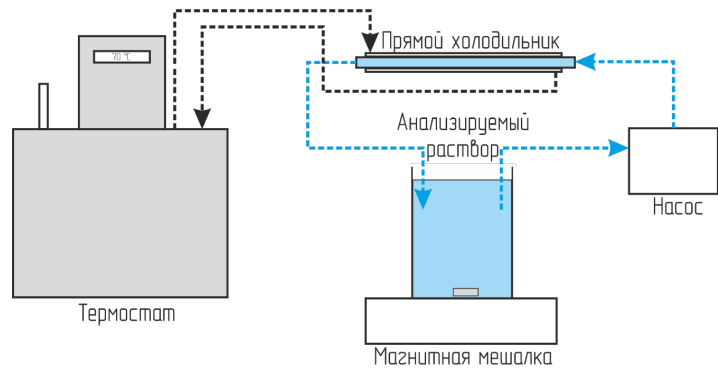


Рис. 2. Принципиальная схема лабораторной установки
Fig. 2. Schematic diagram of the laboratory setup

Таблица 3. Влияние реагента НТФ-Mg на количество образующихся отложений
Table 3. The influence of the reagent NTf-Mg on the amount of deposits formed

Реагент	Концентрация, мг/л	Количество отложений, мг
Контроль	-	8,7 ±0,2
НТФ-Mg	0,5	1,4±0,12
	0,75	0,8±0,05
	1,0	0,5±0,03
	1,25	0,1±0,03
	1,5	0,1±0,03
	1,75	0,1±0,02

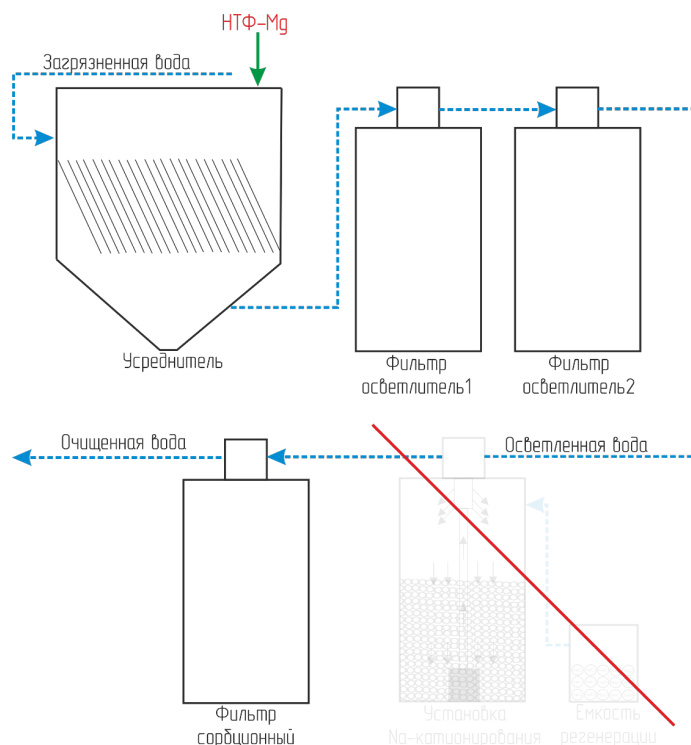


Рис. 3. Принципиальная схема очистки сточной воды с применением ингибитора солеотложений
Fig. 3. Schematic diagram of wastewater treatment using a scale deposition inhibitor

Вывод. Внедрение ингибиторов солеотложений позволяет минимизировать указанные проблемы, обеспечивая более устойчивое и экологически чистое решение для управления отложениями в оборудовании. Использование таких технологий не только способствует снижению эксплуатационных расходов, но и улучшает общую эффективность очистки сточных вод, что является важным шагом к достижению более устойчивого и безопасного водного управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гарифуллин Ф.С., Габдуллин Р.Ф. Изучение условий образования и зон отложения комплексных осадков в добывающих скважинах // Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений: сб. науч. тр. Уфа: Изд-во УГНТУ, 1999. С. 33–38.
2. Дрикер Б.Н., Протазанов А.А., Пантюхин С.В. Водоподготовка при добыче нефти на Боголюбовском месторождении // Энергосбережение и водоподготовка. 2020. № 4 (126). С. 4–6.
3. Boels L., Wagterveld R. M., Witkamp G. J. Ultrasonic reactivation of phosphonate poisoned calcite during crystal growth. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2011. V. 18. N. 5. P. 1225–1231.
4. Ji, Y., Chen, Y., Le, J., et al. Highly effective scale inhibition performance of aminotrimethylenephosphonic acid on calcium carbonate. *Desalination*. 2017. V. 422. P. 165–173. DOI: 10.1016/j.DESAL.2017.08.027.

5. Шангараева Л.А., Петухов А.В. Особенности процесса отложений сульфата бария в скважинном оборудовании с участием активных органических соединений нефти // Инженер-нефтяник. 2012. № 4. С. 13–15.

6. El-Lateef H.M.A., Aliyeva L.I., Abbasov V.M. Corrosion inhibition of low carbon steel in CO₂-saturated solution using Anionic surfactant // *Adv. Appl. Sci. Res.* 2012. P. 1185–1201. DOI: 10.15199/40.2015.11.7.

7. Дрикер Б.Н., Протазанов А.А., Цирульникова Н.В. Ингибитор многоцелевого назначения для систем водопотребления // Энергосбережение и водоподготовка. 2020. № 6. С. 13–17.

8. Хормали А., Петриков Д.Г. Исследование отложения карбоната кальция и сульфата бария при наличии ингибитора парафина // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2015. № 12. С. 39–41.

9. Дрикер Б.Н., Протазанов А.А. Испытания магниевых комплексонов нитрилотриметиленофосфоновой кислоты для предотвращения коррозии металла и солеотложений // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 2. С. 15–22. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.03.

10. Кацавцев В.Е. Роль пластовых вод в процессе осадкообразования солей при добыче нефти // Нефть, газ и бизнес. 2004. № 1. С. 42–45.

REFERENCES

1. Garifullin F.S., Gabdullin R.F. Studying the conditions of formation and zones of deposition of complex sedi-

ments in producing wells. *Razrabotka i jekspluatatsiya nef tjanyh mestorozhdenij: sb. nauch. tr.* [Development and operation of oil fields: scientific. tr.]. Ufa, 1999, pp. 33–38. (In Russian).

2. Driker B.N., Protazanov A.A., Pantyukhin S.V. Water treatment during oil production at the Bogolyubovskoye field. *Energoberezhenie i vodopodgotovka* [Energy saving and water treatment], 2020, no. 4 (126), pp. 4–6. (in Russian)

3. Boels L., Wagterveld R. M., Witkamp G. J. Ultrasonic reactivation of phosphonate poisoned calcite during crystal growth. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2011. V. 18. N. 5. P. 1225–1231.

4. Ji Y., Chen Y., Le J., et al. Highly effective scale inhibition performance of aminotrimethylenephosphonic acid on calcium carbonate. *Desalination*. 2017. V. 422. P. 165–173. DOI: 10.1016/j.desal.2017.08.027

5. Shangaraeva L.A., Petukhov A.V. Features of the process of barium sulfate deposits in downhole equipment with the participation of active organic compounds of oil. *Inzhener-neftyanik* [An oil engineer], 2012, no. 4, pp. 13–15. (in Russian)

6. El-Lateef H.M.A., Aliyeva L.I., Abbasov V.M. Corrosion inhibition of low carbon steel in CO₂-saturated solution using Anionic surfactant. *Adv. Appl. Sci. Res.* 2012. P. 1185–1201. DOI: 10.15199/40.2015.11.7

Об авторах:

ДРИКЕР Борис НUTOвич

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры физико-химической технологии защиты биосферы
Уральский государственный лесотехнический университет
620100, Россия, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
E-mail: Bndriker70191@mail.ru

ПРОТАЗАНОВ Афанасий Андреевич

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры физико-химической технологии защиты биосферы
Уральский государственный лесотехнический университет
620100, Россия, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
руководитель проектов ООО «Бантер Групп»
620027, Россия, г. Екатеринбург, пер. Красный, 5
E-mail: Protazanov.a@yandex.ru

СИТНИКОВ Данила Александрович

руководитель проектного отдела
ООО «Бантер Групп»
620027, Россия, г. Екатеринбург, пер. Красный, 5
E-mail: Sitnikov.D@bunter.ru

7. Driker B.N., Protazanov A.A., Tsiurlikova N.V. Multi-purpose inhibitor for water consumption systems. *Energoberezhenie i vodopodgotovka* [Energy saving and water treatment], 2020, no. 6, pp. 13–17. (in Russian)

8. Khormali A., Petrakov D.G. Investigation of the deposition of calcium carbonate and barium sulfate in the presence of a paraffin inhibitor. *Stroitel'stvo nef tyany`x i gazovy`x skvazhin na sushe i na more* [Construction of oil and gas wells on land and at sea], 2015, no. 12, pp. 39–41. (in Russian)

9. Driker B.N., Protazanov A.A. Testing of magnesium complexes of nitrilotrimethylene phosphonic acid to prevent metal corrosion and salt deposits. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 15–22. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.03

10. Kashchavtsev V.E. The role of reservoir waters in the process of salt sedimentation in oil production. *Neft', gaz i biznes* [Oil, gas and business], 2004, no. 1, pp. 42–45. (in Russian)

ДРИКЕР Boris N.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Physical and Chemical Technology of Biosphere Protection Chair
Ural State Forestry University
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tr., 37
E-mail: Bndriker70191@mail.ru

ПРОТАЗАНОВ Afanasy An.

PhD of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Physical and Chemical Technology of Biosphere Protection Chair
Ural State Forestry University
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky trakt, 37
Project Manager Banter Group LLC
620027, Russia, Yekaterinburg, Krasny Lane, 5
E-mail: Protazanov.a@yandex.ru

СИТНИКОВ Danila Al.

Project Manager
Banter Group LLC
620027, Russia, Yekaterinburg, Krasny lane, 5
E-mail: Sitnikov.D@bunter.ru

Для цитирования: Дрикер Б.Н., Протазанов А.А., Ситников Д.А. Альтернативный способ предотвращения минеральных отложений // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 69–74. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.10.

For citation: Driker B.N., Protazanov A.A., Sitnikov D.A. An alternative way to prevent mineral deposits. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 69–74. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.10.



Р. Г. ЖИТОВ
Н. А. ЛУШНИКОВ
А. С. ЛУКИН
Д. Ю. НЕБРАТЕНКО

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ ПОСЛЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ В ТВЕРДОМ ВИДЕ

FEATURES OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ORGANIC BINDERS IN THE COOLING PROCESS

В последние годы все больше внедряются в широкую практику новые приборы и аппараты по оценке ряда показателей дорожных вяжущих. При этом продолжают совершенствоваться и традиционные методы испытаний битумов. Так, оценка показателей битумных вяжущих на дуктилометре в ходе контроля качества продукции, поставляемой на хранение в твердом виде в фанерных, картонных или пластиковых кубах вместимостью порядка 1 м³, позволила сделать интересные выводы при анализе растяжимости традиционных дорожных вяжущих, извлеченных из разных частей куба. Установлено, что при входном контроле битумного сырья достоверные показания, совпадающие с паспортным данным предприятия-изготовителя, можно получить только в случае полного расплавления и гомогенизации вяжущего, извлеченного из тары. В противном случае наблюдается несоответствие проверяемых параметров, наиболее ощутимое для показателя дуктильность при 25 °С. Выдвинуто предположение о физико-химических причинах обнаруженного явления, основанное на полимерной, а не на коллоидной структуре дорожных вяжущих.

In recent decades, there has been an active development of many sections of road materials science. This is mainly due to the changing operating conditions of highways: both natural and climatic, and technical. Additional opportunities are also opening up in connection with the introduction into widespread practice of new devices and devices for evaluating a number of indicators of road binders. At the same time, traditional bitumen testing methods continue to be improved. Thus, the assessment of the indicators of bitumen binders on a ductilometer during quality control of products supplied for storage in solid form in plywood, cardboard or plastic cubes with a capacity of about 1 m³ allowed us to draw interesting conclusions when analyzing the extensibility of traditional road binders extracted from different parts of the cube. It has been established that during the input control of bitumen raw materials, reliable indications that coincide with the passport data of the manufacturer can be obtained only in the case of complete melting and homogenization of the binder extracted from the container. Otherwise, there is a discrepancy between the parameters being checked, which is most noticeable for the ductility indicator at 25 degrees Celsius. An assumption has been made about the physico-chemical causes of the detected phenomenon based on the polymer, rather than colloidal, structure of the resulting road binders.

Ключевые слова: фасованные вяжущие, окисленные битумы нефтяные дорожные вязкие, растяжимость при 25 °С

Keywords: packaged binders, oxidized bitumen petroleum road viscous, extensibility at 25 °С

Введение

Создание современной дорожной сети требует решения множества инженерных, технологических, экологических и экономических проблем. А сводные экономические расчеты приобретают главенствующую роль, диктуя инженерам-строителям требования и ограничения, обуславливающие применение инновационных технических решений, передовых материалов и современных технологий [1, 2].

Одним из основных материалов, обладающих существенными стоимостными показателями и имеющих решающее значение в ходе эксплуатации дорожных сооружений, является органическое вяжущее (битум нефтяной дорожный или модифицированное вяжущее) [2]. На текущий момент даже традиционное битумное вяжущее при его относительно небольшом вовлечении в асфальтобетонную смесь (до 3–5 %) может составлять до 40–45 % всех затрат на строительство дороги. И это учитывая только стоимость самого вяжущего материала. В случае применения фасованных вяжущих, с учетом расходов на упаковку, транспортировку, хранение, нагрев и плавление битума до рабочей температуры, затраты могут возрасти до 65–70 %. В данной ситуации максимально эффективная работа с фасованными вяжущими является для дорожных организаций первоочередной задачей.

Безусловно, это касается прежде всего регионов, расположенных в северной и восточной частях России, где крупнотоннажное производство вяжущих практически отсутствует, а возможности российских железных дорог не позволяют обеспечить точечную доставку битума в железнодорожных цистернах. Поэтому вопрос эффективной логистики вяжущего до места проведения работ является крайне актуальной задачей. За последние 10 лет важную роль в вопросе хранения, логистики и эффективного разогрева заняли фасованные вяжущие, показав свою эффективность [3].

Необходимо остановиться подробнее на ряде моментов, связанных с логистикой и применением фасованных вяжущих:

1. Эффективность разогрева фасованного битума в сравнении с вагонами-цистернами.

Исходя из объема битума в вагоне-цистерне (до 65 т) и эффективной площади разогрева цистерны через паровую рубашку, при соблюдении всех технических норм на разогрев и полное опорожнение одной цистерны, в зависимости температуры окружающей среды, марки битума и состояния вагон-цистерны, может уходить от 48 до 72 ч. Тот же объем вяжущего можно получить путем плавления фасованного битума (из кубов по 1 т) за 12–24 ч при сравнимых энергозатратах [4].

2. Простота создания запасов вяжущих в фасованном виде.

Накопление и хранение необходимых объемов битумных вяжущих, особенно в удаленных и труднодоступных местностях, в жидком виде весьма затруднительно. Причина состоит в том, что при проведении работ на отдаленных участках автомобильных дорог, которые проводятся нерегулярно и в ограниченный промежуток времени, развёртывание непосредственно на таком участке даже передвижного резервуарного парка не только весьма дорого и трудозатратно, но и отвлекает людские и материальные ресурсы от основной деятельности дорожных организаций. Создание же стационарного хранилища за счёт единичной частной подрядной организации также маловероятно вследствие неоднозначности итогов тендерных процедур на ремонт и содержание дорог даже в самых отдаленных регионах страны. Фасованный же битум, особенно при использовании полимерной упаковки, способен накапливаться на совершенно не подготовленных площадках практически в полевых условиях, что существенно удешевляет стоимость хранения вяжущих. Кроме того, для перевозки фасованных вяжущих не требуется специального транспорта и разрешения на перемещение грузов [5–8].

3. Стабильность качественных показателей фасованных вяжущих.

Сохранение качества вяжущих является важной проблемой при выборе вяжущего для производства асфальтобетонной смеси. При перевозке в вагон-цистернах перекачивание возможно только в жидком виде, поэтому битум многократно нагревается: в момент разогрева цистерны, при подогреве вяжущего перед перевозкой автотранспортом и уже далее при его подаче в хранилище на АБЗ, а в последующем – на смесительную установку. На каждом из этапов возможен локальный перегрев битума и его старение, что приводит к неконтролируемому изменению свойств вяжущего. При использовании фасованных вяжущих плавление и последующий нагрев происходят один раз непосредственно перед производством асфальтобетонной смеси, что минимизирует потерю качества вяжущего за счет перегрева [8]. И это только основные преимущества фасованного битума, что и обуславливает широкое распределение данного вида поставки вяжущего (рис. 1).

Отдельно необходимо отметить, что для модифицированных вяжущих, в том числе полимерно-битумных, затаривание является единственным вариантом не только их транспортировки и складирования, так как их хранение и перевозка в нагретом состоянии ограничены продолжительностью в несколько суток [9].



Рис. 1. Принципиальные схемы транспортировки жидких и фасованных битумных вяжущих
Fig. 1 Schematic diagrams of transportation of liquid and packaged bitumen binders

Материалы и методики

Но любое решение всегда имеет свои проблемы и сложности. И одним из проблемных моментов использования фасованных вяжущих является достоверный контроль качества. Преимущественно поставка фасованных вяжущих в районы Сибири и Дальнего Востока осуществляется из центральной части страны железнодорожным транспортом, а для контроля качества используются соответствующие нормативно-технические документы. В первую очередь, это межгосударственный стандарт ГОСТ 2517-2012 «Нефть и нефтепродукты. Метод отбора проб», регламентирующий следующую процедуру отбора проб: «... на месте погружения щупа удаляют верхний слой нефтепродукта толщиной 25 мм. Точечную пробу твердых плавких нефтепродуктов из бочки и мешка, заполненного наливом, отбирают в виде куска с помощью ножа, зубила, долота, топора, колуна». При этом производители упаковки для фасовки вяжущих рекомендуют делать отбор пробы или проб через боковые стороны упаковки для усреднения результатов по всему образцу вяжущего. К сожалению, производителями вяжущих и изготовителями упаковки для вяжущих до сих пор не проведено развернутых систематических исследований стабильности свойств битумов и битумных вяжущих в зависимости от типа тары, упаковки, методов хранения, транспортировки и плавления.

При этом на различных асфальтобетонных производствах, использующих фасованный нефтяной дорожный битум в таре массой от 900 кг, вне зависимости от используемой тары и заводов производителей битума, наблюдаются схожие закономерности по изменению ка-

чественных показателей фасованного битума. Если отбирать пробу вяжущего согласно ГОСТ 2517-2012 и испытывать полученные образцы по основным показателям, регламентируемым ГОСТ 33133-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования», то битум после полного застывания в таре не отличается от исходного битума. Если же добавить к основным показателям такой дополнительный параметр, как растяжимость при 25 °С, то данный параметр для фасованного битума, отобранного в соответствии с рекомендациями производителей тары [10], будет существенно отличаться от исходного вяжущего. Стоит отметить, что указанный показатель ранее являлся обязательным в ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие».

Так, для фасованного битума растяжимость при 25 °С не будет соответствовать значениям данного показателя для исходного вяжущего. Средние отклонения изменений растяжимости составляют от 50 до 70 % от первоначальных паспортных значений. Обратив внимание на данную закономерность, сотрудниками Испытательного центра Байкальского битумного терминала (г. Иркутск) была поставлена задача подтвердить выявленную закономерность в реальных производственных условиях.

Для исключения влияния качества исходного нефтяного сырья и технологии производства битумов методология исследования предполагала сопоставление значений растяжимости при 25 °С для образцов битума нефтяного дорожного марки БНД 100/130, изготовленных на российских заводах. Комплексный анализ проводился для серий поставок фасованных вяжущих, произведенных в 2022 и 2023 гг. соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Исходные физико-механические характеристики БНД 100/130
разного периода изготовления
Table 1. Initial physical and mechanical characteristics of BND 100/130
of different manufacturing period

Показатель	Требования ГОСТ 33133 для БНД 100/130	БНД 100/130-2022	БНД 100/130-2023
Температура размягчения, °С	Не менее 45	46	47
Пенетрация, 0,1 мм	101-130	100	102
Температура хрупкости по Фраасу, °С	Не выше минус 20	-24	-26
Растяжимость при 0 °С, мм	Не менее 4	5	6
Растяжимость при 25 °С, мм	Не менее 70	110	78
Вязкость, Па·с	Не нормируется	0,32	0,35

Условия хранения от момента налива до момента испытаний битума подразумевали, что вяжущее находилось в закрытой таре, без доступа солнечных лучей, в течение 4 месяцев при температуре 20–30 °С. С целью исключения влияния ошибки измерения испытания проводились в одной лаборатории, причем серии испытаний для вяжущих разных периодов изготовления оценивались разными лаборантами на оборудовании одного типа, но разных изготовителей. Серия испытаний БНД 100/130, произведенного в 2022 г., была осуществлена в 2022 г., а БНД 100/130, изготовленный в 2023 г., испытывался в лабораторно-техническом центре Испытательного центра Байкальского битумного терминала в 2023 г.

Результаты указанных серий испытаний показали схожую закономерность при условии, что обор пробы производился по следующему алгоритму. Сначала с верхней части фасованного в куб битума удалялся слой толщиной не менее 2 см, а затем производился отбор пробы путем ее вырезания из массива битума. В этом случае растяжимость исследуемого вяжущего при 25 °С по абсолютной величине была систематически меньше заявленной в паспорте изготовителя. Следует отметить, что значение указанного показателя при 0 °С соответствует характеристикам, указанным в паспорте на товарный продукт (ГОСТ 33133-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования»).

В том случае, когда отбор пробы для испытания на дуктильность при 25 °С осуществлялся непосредственно из плавильного агрегата, где фасованный в куб битум расплавлялся полностью, показатель растяжимость при 25 °С приближался к заявленному в паспорте даже при отсутствии перемешивания вяжущего. Воспроизводимость наблюдалась как для вяжущих 2022 г. изготовления, так и для битумов 2023 г. производства (табл. 2).

Экспериментально подтверждена стабильность физико-механических показателей битумов, находящихся в течение 8 сут при н.у. Так, основные физико-механические свойства: температура размягчения, температура хрупкости, растяжимость при 0 °С и вязкость изменяются незначительно относительно исходных паспортных показателей.

Для двух серий испытаний битумов наблюдается увеличение глубины проникания иглы при 25 °С в течение первых 8 сут (рис. 2). При этом значения температуры размягчения

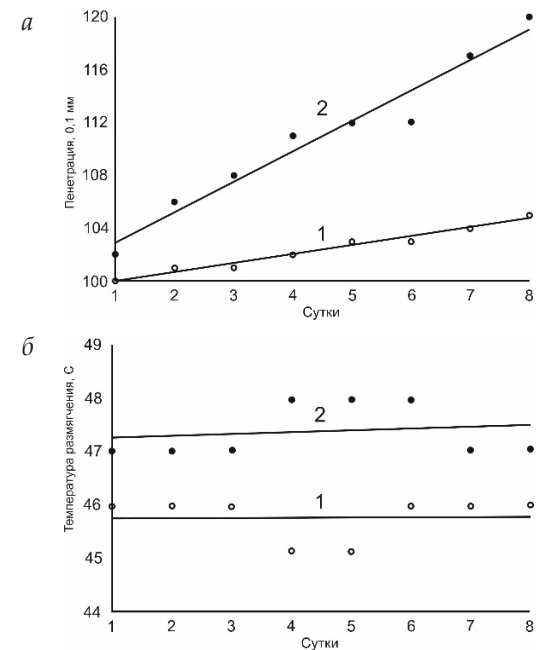


Рис. 2. Динамика изменения глубины проникания иглы при 25 °С (а) и температуры размягчения (б) для БНД 100/130 2022 (1) и 2023 (2) года производства
Fig. 2. Dynamics of changes in needle penetration depth at 25 °С (a) and softening temperature (b) for BND 100/130 2022 (1) and 2023 (2)

Таблица 2. Изменения свойств битума нефтяного дорожного в зависимости от способа отбора проб
Table 2. Changes in the Properties of Road Oil Bitumen Depending on the Sampling Method

Показатель	БНД 100/130-2022			БНД 100/130-2023		
	Паспортные значения	Проба из верхней части холодного куба	Жидкая проба после расплавления куба битума	Паспортные значения	Проба из верхней части холодного куба	Жидкая проба после расплавления куба битума
Температура размягчения, °С	45	45	46	46	47	47
Пенетрация, 0,1 мм	115	117	120	110	114	116
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-25	-25	-25	-27	-26	-26
Растяжимость при 0 °С, мм	6	6	6	5	4	6
Растяжимость при 25 °С, мм	110	42	110	100	35	105

битумов сохраняются стабильными. Помимо пенетрации, за наблюдаемые 8 сут происходит существенное изменение растяжимости вяжущих при 25 °С (рис. 3).

Наблюдаемые изменения пенетрации и растяжимости при 25 °С не могут быть обусловлены только старением вяжущего, так как отмеченные изменения носят разнонаправленный характер. Более того, отмеченное старение было бы зафиксировано иным, более чувствительным методом – вязкостью битума, однако в данном случае изменение вязкостных показателей не наблюдается [9]. Динамика изменения вязкостных показателей для битумов в рассматриваемых периодах представлена на рис. 4.

Результаты и дискуссия

Полученные данные позволяют сделать предположение, что при остывании битума происходит изменение внутренней структуры вяжущего [11, 12]. Возможный механизм может быть обусловлен не коллоидной структурой битума, а его высокомолекулярной природой, что обуславливает сжатие и образование плотных глобул из высокомолекулярных компонентов битума, приводящее к вытеснению низкомолекулярной фазы битума в верхние слои тары [13, 14]. Данный подход кажется наиболее вероятным, поскольку он находит свое подтверждение в восстановлении свойств битума после разогрева всего объема образца, что сложно реализовать при коллоидной природе битума. Безусловно, данное

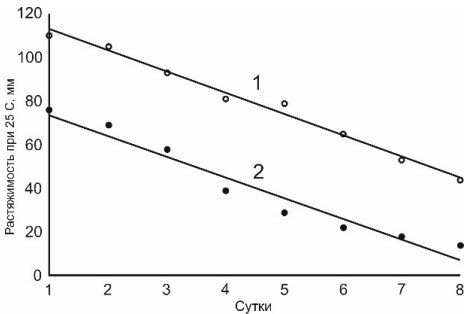


Рис. 3. Динамика изменения растяжимости при 25 °С для БНД 100/130 в 2022 (1) и 2023 (2) годах производства
Fig. 3. Dynamics of the change in extensibility at 25 °C for BND 100/130 2022(1) and 2023(2)

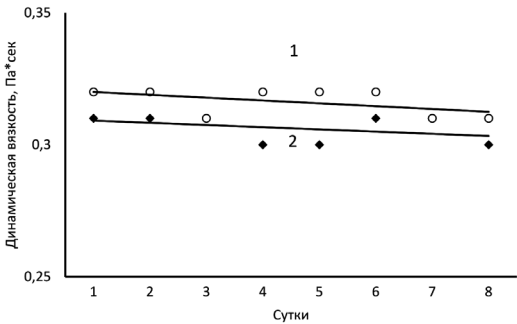


Рис. 4. Динамика изменения динамической вязкости для образцов БНД 100/130, произведенных и расфасованных в 2022 (1) и 2023 (2) годах
Fig. 4. Dynamics of changes in dynamic viscosity for BND 100/130 samples produced and packaged in 2022 (1) and 2023 (2)

предположение требует внимательного изучения и обсуждения.

Подтверждением «полимерной» гипотезы внутренней структуры вяжущего является и аналогичное изменение физико-механических показателей, полученное для полимерно-битумного вяжущего (ПБВ). В качестве ПБВ использовалось вяжущее из производственной партии, изготовленной на Байкальском битумном терминале по ГОСТ Р 52056-2003 «Вяжущие полимерно-битумные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия», на основе БНД 100/130 и 3,5 масс. % линейной марки бутадиен-стирольного термоэластопласта. Динамика изменения традиционных физико-механических показателей ПБВ 90 (пенетрация, температура размягчения, растяжимость при 25 °С, динамическая вязкость) представлена на рис. 5.

Результаты, полученные в ходе испытания проб, отбираемых ежедневно в течение 8 сут, показали, что для ПБВ 90 наблюдается изменение в сторону увеличения всех исследуемых физико-механических характеристик вяжущего. Как об одном из возможных вариантов, объясняющих данную закономерность, можно говорить о продолжении релаксационных процессов полимерной компоненты, наблюдающихся в ранее фасованном ПБВ после его плавления.

Распределение высокомолекулярной компоненты в объеме битумного вяжущего может быть обусловлено высвобождением низкомолекулярной фазы ПБВ за счет «полимерного» механизма изменения физико-механических свойств вяжущего, так как данный механизм может являться наиболее вероятным и логичным объяснением наблюдаемых изменений свойств вяжущего при остывании в замкнутом объеме.

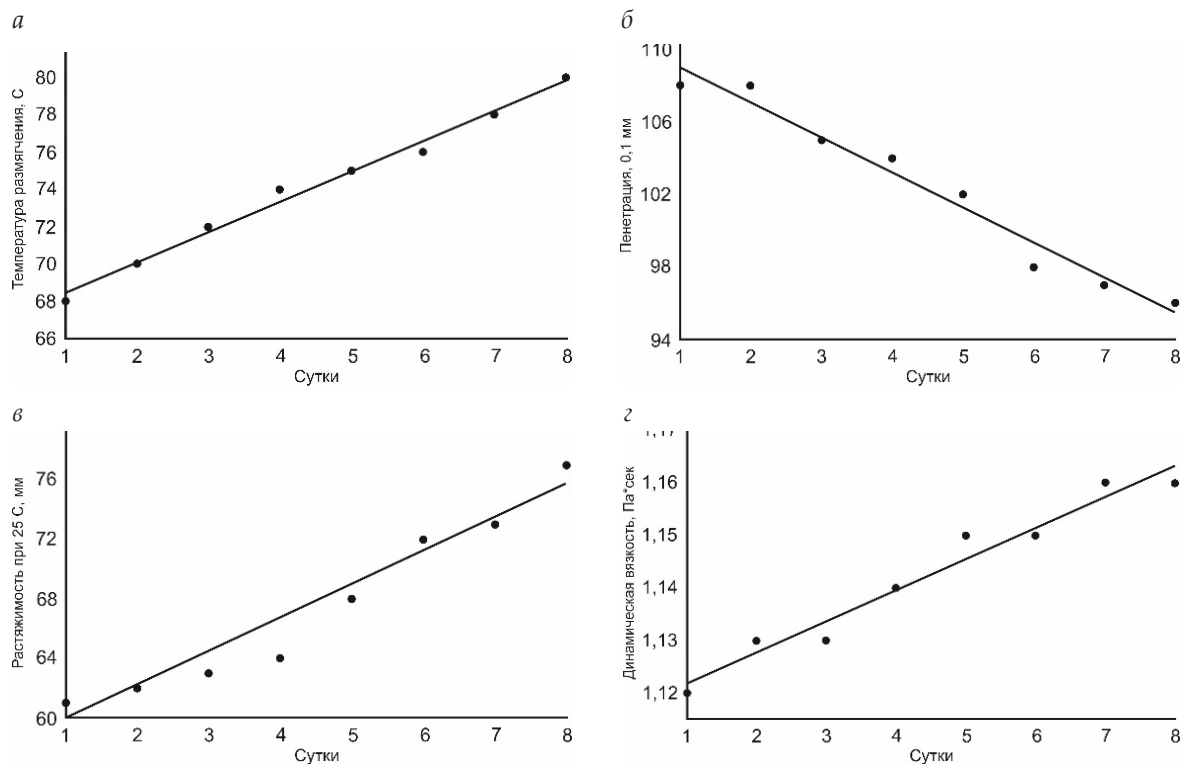


Рис. 5. Динамика изменения физико-механических характеристик ПБВ 90:

а – температура размягчения; б – пенетрация при 25 °С;

в – растяжимость при 25 °С; г – динамическая вязкость

Fig. 5. Dynamics of changes in the physical and mechanical characteristics of PmB 90

a – softening temperature; б – penetration at 25 °С; c – extensibility at 25 °С; d – dynamic viscosity

Вывод. Проведенные испытания показали, что как исходный битум нефтяной дорожный, так и полимерно-битумное вяжущее переносят хранение в фасованном виде без снижения качества вяжущего и сохраняют свои свойства длительный промежуток време-

ни. При этом при проведении входного контроля качества фасованных вяжущих отбор проб должен производиться только при полном разогреве всего объема тары (куба), а не путем извлечения одиночной пробы из твердого объема битумного вяжущего.

Отдельное внимание необходимо уделить дальнейшему изучению «полимерной» природы нефтяного битума, так как способность вяжущего обратимо выделять часть легких фракций может впоследствии существенно влиять на свойства и долговечность асфальтобетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Копотилов А. К чему готовится в будущем асфальтобетон // Дороги России. 2020. № 115. С. 32–41.
2. Михасек А.А., Родионов М.В., Горбунов С.К. Влияние типа крепления откоса гидротехнических сооружений на снижение стоимости их строительства // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 3. С. 56–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.8.
3. Баженов А.В. Битум в упаковке // Автомобильные дороги. 2019. № 12. С. 40–42.
4. Литовченко Д.П., Ширяев А.О. Проблемы транспортировки и хранения битума // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ ИМ. В.Г. Шухова. Белгород, 2016. С. 1258–1262.
5. Аскаров Р.М., Мухамедов И.И., Курденкова И.Б. Анализ применяемых вариантов затаривания дорожного битума // Инновационные материалы и технологии в транспортном строительстве и дорожном хозяйстве: сб. науч. тр. М., 2022. № 6. С. 95–99.
6. Битумные вяжущие и модификаторы для увеличения срока службы / Э.Ш. Алиев, Л.М. Гохман, О.Н. Войтенко, В.В. Купреенко, А.А. Новиковский // Дороги. Инновации в строительстве. 2019. № 81. С. 118–129.
7. Лучинский Д.П., Тимоховец В.Д., Прошкин А.Р. Оптимизация доставки вяжущих материалов за счет строительства битумных терминалов на территории уральского федерального округа // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2021. № 2. С. 30–37.
8. Трансформация нефтяных дисперсных систем в процессе эксплуатации / В.Д. Черепанов, С.Г. Дьячкова, И.Е. Кузора, Д.А. Дубровский, В.И. Лукина // Известия Вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11, № 3. С. 481–490.
9. Баженов А.В., Сорокин В.В. Плавление фасованного битума // Автомобильные дороги. 2014. № 1. С. 64–69.
10. Баженов А.В., Сорокин В.В. Решающая роль упаковки // Автомобильные дороги. 2012. № 11. С. 70–72.
11. Полякова В.И. К вопросу о структурообразовании дорожных вяжущих материалов // Дороги и мосты. 2016. № 2. С. 233–264.
12. Гуреев А.А. Нефтяные вяжущие материалы. М.: Недра, 2018. 242 с.
13. Полимерно-битумные вяжущие материалы на основе СБС для дорожного строительства / Л.М. Гохман, Е.М. Гурарий, А.Р. Давыдова, К.И. Давыдова. М.: Информавтор, 2002. 111 с.
14. Особенности формирования коллоидной дисперсной структуры в нефтяном битуме / И.Н. Фролов, Т.Н. Юсупова, М.А. Зиганшин, Е.С. Охотникова, А.А. Фирсин // Коллоидный журнал. 2016. Т. 78, № 5. С. 650–654.

REFERENCES

1. Kopotilov A. What asphalt concrete is preparing for in the future. *Dorogi Rossii* [Roads of Russia], 2020, no. 115, pp. 32–41. (in Russian)
2. Mikhasek A.A., Rodionov M.V., Gorbunov S.K. The effect of the type of fixing of the slope of hydraulic structures on reducing the cost of their construction. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 56–61. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.8
3. Bazhenov A.V. Bitumen in packaging. *Avtomobil'nye dorogi* [Highways], 2019, no. 12, pp. 40–42. (in Russian)
4. Litovchenko D.P., Shiryayev A.O. Problems of transportation and storage of bitumen. *Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferenciya molodykh uchenykh BG TU IM. V.G. Shuhova* [International Scientific and Technical Conference of Young Scientists of BSTU IM. V.G. Shukhova]. Belgorod, 2016, pp. 1258–1262. (In Russian).
5. Askarov R.M., Mukhamedov I.I., Kurdenkova I.B. Analysis of the applied options for packaging road bitumen. *Innovacionnye materialy i tehnologii v transportnom stroitel'stve i dorozhnom hozjajstve: sb. nauch. tr.* [Innovative materials and technologies in transport construction and road facilities: Scientific. tr.]. Moscow, 2022, no. 6, pp. 95–99. (In Russian).
6. Aliyev E.Sh., Gokhman L.M., Voitenko O.N., Kupreenko V.V., Novikovskiy A.A. Bitumen binders and modifiers for increasing service life. *Dorogi. Innovacii v stroitel'stve* [Roads. Innovation in construction], 2019, no. 81, pp. 118–129. (in Russian)
7. Luchinsky D.P., Timokhovets V.D., Proshkin A.R. Optimization of the delivery of binding materials through the construction of bitumen terminals in the territory of the Ural Federal District. *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya* [Transportation. Transport facilities. Ecology], 2021, no. 2, pp. 30–37. (in Russian)
8. Cherepanov V.D., Dyachkova S.G., Kuzora I.E., Dubrovsky D.A., Lukina V.I. *Transformaciya neftyanykh dispersnykh sistem v processe jekspluatatsii* [Transformation of Petroleum Dispersed Systems During Operation], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 481–490. (in Russian)
9. Bazhenov A.V., Sorokin V.V. Melting of packed bitumen. *Avtomobil'nye dorogi* [Highways], 2014, no. 1, pp. 64–69. (in Russian)
10. Bazhenov A.V., Sorokin V.V. The decisive role of packaging. *Avtomobil'nye dorogi* [Highways], 2012, no. 11, pp. 70–72. (in Russian)
11. Polyakova V.I. On the structuring of road binding materials. *Dorogi i mosty* [Roads and Bridges], 2016, no. 2, pp. 233–264. (in Russian)
12. Gureev A.A. *Neftjanye vjazhushhie materialy* [Petroleum binding materials]. Moscow, 2018. 424 p.
13. Gokhman L.M., Gurariy E.M., Davydova A.R., Davydova K.I. *Polimerno-bitumnye vjazhushhie materialy na osnove SBS dlja dorozhnogo stroitel'stva* [Polymer-bitumen Binding Materials Based on SBS for Road Construction]. Moscow, Informavtodor, 2002. 111 p.
14. Frolov I.N., Yusupova T.N., Ziganshin M.A., Okhotnikova E.S., Firsin A.A. Features of formation of colloidal dispersed structure in petroleum bitumen. *Kolloidnyj zhurnal* [Colloid Journal], 2016, vol. 78, no. 5, pp. 650–654. (in Russian)

Об авторах:

ЖИТОВ Роман Георгиевич

кандидат химических наук,
старший научный сотрудник
Иркутский государственный университет
Институт нефте- и углехимического синтеза
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1
E-mail: zhitovro-man@gmail.com

ЛУШНИКОВ Николай Александрович

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой автомобильных дорог,
аэродромов, оснований и фундаментов
Российский университет транспорта
125315, Россия, г. Москва, 3-й Балтийский переулок, 3
E-mail: lab10@mail.ru

ЛУКИН Андрей Сергеевич

аспирант
Иркутский государственный университет
Институт нефте- и углехимического синтеза
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1
Email: lukin3095@yandex.ru

НЕБРАТЕНКО Дмитрий Юрьевич

кандидат химических наук,
доцент кафедры автомобильных дорог,
аэродромов, оснований и фундаментов
Российский университет транспорта
125315, Россия, г. Москва, 3-й Балтийский переулок, 3
E-mail: nebratenko@mail.ru

ZHITOV Roman G.

PhD of Chemical Sciences, Senior Researcher
Irkutsk State University
Institute of Petroleum and Carbon Chemical Synthesis
664003, Russia, Irkutsk, Karl Marx st., 1
E-mail: zhitovro-man@gmail.com

LUSHNIKOV Nikolay Al.

PhD of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Highways, Airfields, Foundations
and Foundations Chair
Russian University of Transport
125315, Russia, Moscow, 3rd Baltiyskiy Lane, 3
E-mail: lab10@mail.ru

LUKIN Andrey S.

Post-graduate Student
Irkutsk State University
Institute of Petroleum and Carbon Chemical Synthesis
664003, Russia, Irkutsk, Karl Marx st., 1
Email: lukin3095@yandex.ru

NEBRATENKO Dmitry Yu.

PhD of Chemical Sciences, Associate Professor
of the Highways, Airfields,
Foundations and Foundations Chair
Russian University of Transport
125315, Russia, Moscow, 3rd Baltiyskiy Lane, 3
E-mail: nebratenko@mail.ru

Для цитирования: Житов Р.Г., Лушников Н.А., Лукин А.С., Небратенко Д.Ю. Особенности реологических свойств органических вяжущих после транспортировки в твердом виде // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 75–82. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.11.

For citation: Zhitov R.G., Lushnikov N.A., Lukin A.S., Nebratenko D.Yu. Features of rheological properties of organic binders in the cooling process. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 75–82. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.11.

Е. И. ФРОЛОВ
Р. В. ДЕМИДОВ
М. А. АНЦЕВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЯ КЕРАМОГРАНИТНОЙ ПЛИТЫ КАК ЗАМЕНА МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНАХ

THE USE OF SMALL GRANITE SLABS AS A SUBSTITUTE
FOR FINE AGGREGATE IN HEAVY CONCRETE

Рассматривается влияние содержания боя керамогранитной плиты (КГП) в качестве мелкого заполнителя в бетонной смеси с пропорциями к стандартному мелкому заполнителю (речной волжский песок) от его отсутствия (контрольный образец) через значения 1:3, 1:1, 3:1 до 100 %. Значения удобоукладываемости и водоцементного отношения фиксировались на значениях П2 и В/Ц = 0,6 соответственно. Используя указанные вводные, изготавливали серии бетонных образцов для оценки влияния состава мелкого заполнителя на такие физико-механические показатели, как плотность и прочность на сжатие на 7-е и 28-е сутки твердения.

Ключевые слова: мелкий заполнитель, бой керамогранитной плиты, отходы производства, тяжелый бетон, испытания на прочность

The influence of the content of granite slab (KGP) as a fine aggregate in a concrete mixture with proportions to the standard fine aggregate (Volga river sand) from its absence (control sample) is considered through the values 1:3, 1:1, 3:1 up to 100 %. The values of workability and water-cement ratio were fixed at P2 and V/C = 0.6, respectively. Using these introductory data, a series of concrete samples were produced to assess the effect of the fine aggregate composition on such physical and mechanical parameters as density and compressive strength on the 7th and 28th days of hardening.

Keywords: fine aggregate, ceramic granite slab fight, production waste, heavy concrete, strength tests

Введение

Использование отходов строительной индустрии для применения в качестве добавок или компонентов бетонной смеси является актуальной задачей по нескольким причинам: сохранение экологии, использование уже затраченной энергии (энергоэффективность), замена природных компонентов, улучшение физико-механических характеристик изделий.

В последние годы в Российской Федерации на промышленных предприятиях образовалось до 10 млрд. тонн твердых отходов, десятки миллионов тонн относятся к отходам строительной индустрии. Переработка техногенных отходов может стать источником большого количества сырья для разных отраслей промышленности [1, 2]. Таким образом, утилизация техногенных отходов путем вторичного использования их в производстве строительных материалов является наиболее перспективным и быстроразвивающимся направлением [2, 3]. Вторичная переработка экономит ресурсы человека, не нанося вреда окружающей среде, но надо понимать, что на начальных этапах формирования

любой рецикла является достаточно затратным, а инвестиции имеют среднесрочную окупаемость [4, 5]. Использование переработанных материалов уменьшает количество отходов, отправляемых на свалки, и сокращает добычу полезных ископаемых, необходимых для производства строительных материалов.

Обоснованность дальнейшего развития вторичной переработки отходов состоит в том, что в целом по стране на этот тип утилизации отходов приходится менее 10 % от общего количества. К сожалению, основным способом утилизации остается захоронение на полигонах – до 90 % [5–7].

В настоящее время применение техногенных отходов в строительной индустрии является главным направлением переработки различных видов отходов в большом количестве с получением изделий достаточно высокого качества [8]. Примеров конкретного использования разнообразных отходов, в том числе техногенного характера в производстве строительных материалов, немало [9–11]. Есть информация по использованию отходов металлургической, энергетической, химической промышленно-

сти, а также побочных продуктов (отходов) добычи и переработки полезных ископаемых и природных ресурсов в качестве составных компонентов при получении бетонных смесей различного вида [12–14]. Но необходимо подчеркнуть, что этого явно недостаточно, судя по тенденции увеличения площадей свалок (полигонов для захоронения) [5] и постоянно возрастающего объема строительных работ [15].

Передовые предприятия должны быть обеспокоены разработкой мероприятий по переработке собственных отходов в полезные материалы, что позволит [16]:

- снизить себестоимость;
- повысить экономическую эффективность;
- уменьшить платежи по статьям экологии;
- получить из отходов новые эффективные материалы;

▪ повысить квалификацию инженерных работников и рабочих по рациональному использованию материальных ресурсов предприятий.

В нашем случае, в рамках сотрудничества с ООО «Самарский Стройфарфор» [17], в качестве частичной и полной замены мелкого заполнителя в составе конструкционного бетона использовали отход цеха производства керамогранитной плитки. А именно брак (бой) керамогранитной плитки (КГП) в виде измельченной фракции с размером зерен менее 2,5 мм, предварительно получаемой для использования в производстве как добавка к основной керамической массе на стадии формирования шликера. Но весь получаемый исходный бой КГП в цехе использовать вторично не представляется возможным, это связано с необходимостью проведения текущего ремонта дробильного оборудования, что приводит к накоплению избыточного объема отходов в среднем около 1200 тонн в год.

Материалы и методы

Свойства как самой бетонной смеси, так и затвердевшего материала – бетона во многом зависят от качества основных компонентов, использованных для его производства. Важно соблюдать требования стандартов при проектировании состава бетона. Для получения высокопрочных бетонов учитывают ряд факторов, позволяющих оптимизировать гранулометрический состав путем использования качественных заполнителей, а также высококачественных цементах и ряда минеральных и химических добавок. Прочность конечного продукта будет зависеть от качества цементного камня, образующегося в процессе твердения, адгезии между вяжущим веществом и зернами заполнителя, прочности и степени чистоты самого заполни-

теля и, как следствие, пористости контактной зоны между вяжущим и инертным материалом.

В качестве вяжущих веществ, которые и создают цементный камень в бетонах, чаще всего используют неорганические вещества, а именно портландцемент, шлакопортландцемент, гидрофобный, пластифицированный и другие виды цемента. Основное требование для производства высокопрочных бетонов к цементам – это как можно более высокая активность, желательно не меньше 50 МПа, и, по возможности, низкие значения водопотребности. Для проведения контрольных испытаний по данной тематике использовался цемент ЦЕМ II/В-Ш 42,5Н (М500). Данный вид цемента обусловлен наличием в своем составе доменного гранулированного шлака в количестве не более 35 % (ГОСТ 31108-2003. Цементы общестроительные. Технические условия). Характеризуется более равномерным набором прочности во времени, низкой степенью тепловыделения в первоначальный период набора прочности, а также низкой трещиностойкостью, что обеспечивается наличием шлака в составе. Прочностные характеристики – 15 МПа на вторые сутки твердения. К недостаткам данного цемента можно отнести более высокую нормальную густоту (более 30 %), что также связано с наличием шлака в основном составе.

Нельзя недооценивать и роль заполнителей в бетонах, так как они занимают наибольший объем в материале и выполняют ряд очень важных и нужных функций. Это и формирование жесткой структуры, и создание благоприятных условий для уменьшения усадки затвердевшего бетона, и влияние на конечную прочность, а также улучшение деформативных свойств, уменьшение ползучести, ярко выраженное влияние на плотность при использовании легких или тяжелых заполнителей. Правильный выбор заполнителей для бетона позволяет добиться требуемых свойств как бетонной смеси, так и затвердевшего бетона [18].

В качестве мелкого заполнителя в данной работе предполагается использовать песок речной волжский и бой керамогранитной плитки (КГП) фракции 0,16 – 2,5 мм.

Добыча речного волжского песка осуществляется гидромеханическим способом, что обеспечивает меньшее количество примесей в его составе. Поверхность зерен является округлой и гладкой, это обусловлено процессами его образования в водной среде. Наличие гладкой поверхности зерен мелкого заполнителя речного происхождения несколько ухудшает адгезию с цементным камнем, но так как данный песок является местным сырьевым материалом, то его использование снижает транспортные

расходы и строительная индустрия Самарской области широко его использует. Данный вид мелкого заполнителя, кроме своей чистоты, имеет и другие преимущества: устойчивость к агрессивным воздействиям, не подвержен гниению, не выделяет вредных веществ в атмосферу, что обусловлено химическим составом самого песка, состоящим в основном из диоксида кремния [18]. По своему размеру зерна песка речного волжского не отличаются особой крупностью и по основной классификации (модуль крупности) относятся к группе очень мелких с модулем менее 1,5.

Бой КПП, прошедший термическую обработку с последующим помолом, подвергается расसेву таким образом, чтобы отобрать фракцию от 0,16 до 2,5 мм с целью избежать попадания пылевидных частиц, которые присутствуют в исходно предоставленном предприятием материале. В работе бой КПП планируется использовать в качестве мелкого заполнителя как полную замену речного песка на 100 %, так и в смеси с ним в разных пропорциях. Это необходимо для проверки возможности обогащения мелкого заполнителя путем улучшения его зернового состава и, как следствие, прочностных характеристик бетона.

В качестве крупного заполнителя в работе использовались плотные неорганические заполнители в виде щебня осадочного происхождения [18]. Производитель и поставщик крупного заполнителя – ОАО «Ивантеевский каменный карьер». Марка щебня по прочности (дробимости) М800, морозостойкость не менее F100, содержание пылевидных частиц не более 2 %, фракционный состав 5–20 мм.

Результаты

Для объективной оценки возможности использования боя КПП в качестве заполнителя для бетонов в рамках работы, проводимой на кафедре «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» был осуществлен ряд экспериментальных исследований. Основ-

ной целью работы было изучение основных физико-механических характеристик бетонов, полученных на основе заполнителей из боя КПП.

Для этого было изготовлено 5 серий образцов в виде кубов с размером ребра 10×10×10 см. Серии готовились для испытаний на 7-е и 28-е сутки твердения, проходящих в нормальных условиях.

Опишем каждую подготовленную серию отдельно.

Серия 1. Использование боя КПП не предусматривалось. В качестве мелкого заполнителя использовался на 100 % речной волжский песок (далее будем применять условное обозначение «П») – контрольный состав для сравнения.

Серия 2. Часть «П», а именно 25 % от общей массы мелкого заполнителя заменили на бой КПП (далее условное обозначение «Б»).

Серия 3. 50 % «П» от общей массы мелкого заполнителя заменили на «Б».

Серия 4. 75 % «П» от общей массы мелкого заполнителя заменили на «Б».

Серия 5. Использование «П» не предусматривалось. В качестве мелкого заполнителя использовался на 100 % «Б».

Подбор состава для тяжелых бетонов проводился по методу абсолютных объемов. Основные требования, заложенные при подборе, – это получение прочности бетона на 28-е сутки класса не менее В25 и подвижности смеси, равной классу П2.

Испытания по определению прочности при сжатии выполнялись на гидравлическом прессе МС-500 (ГОСТ 28840-90 «Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб»), определение класса подвижности осуществлялось с использованием конуса Абрамса (ГОСТ 10181-2014 «Смеси бетонные. Методы испытаний»).

Расход сырьевых материалов для изготовления образцов представлен в табл. 1.

Полученные значения плотностей и прочностей на сжатие для изготовленных образцов в возрасте 7 и 28 суток по сериям представлены в табл. 2, 3. Для наглядности результаты эксперимента проиллюстрированы на рис. 1, 2.

Таблица 1. Расход сырьевых материалов на 1 м³ для бетона класса В25
Table 1. Consumption of raw materials per 1 m³ for concrete of class В25

Расход материалов, кг/м ³	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Серия 4	Серия 5
Цемент	366,60	375,00	383,30	391,67	433,33
Вода	220,00	225,00	230,00	235,00	260,00
Щебень	1088,00	1088,00	1088,00	1088,00	1088,00
«П»	658,35	478,46	308,80	149,32	-
«Б»	-	148,65	287,84	417,54	461,83

Таблица 2. Значения плотностей и прочности на сжатие для изготовленных образцов в возрасте 7 суток, представленных по сериям
Table 2. Values of densities and compressive strength for manufactured samples at the age of 7 days, presented by series

Серия	Плотность ρ , г/см ³				Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
1	2,32	2,37	2,32	2,34	21,0	21,5	21,8	21,4
2	2,26	2,24	2,30	2,27	21,2	21,6	21,8	21,5
3	2,30	2,22	2,24	2,25	21,9	21,4	21,7	21,7
4	2,19	2,23	2,23	2,22	22,5	22,1	21,6	22,1
5	2,24	2,20	2,17	2,20	26,4	24,3	23,1	24,6

Таблица 3. Значения плотностей и прочности на сжатие для изготовленных образцов в возрасте 28 суток, представленных по сериям
Table 3. Values of densities and compressive strength for manufactured samples at the age of 28 days, presented by series

Серия	Плотность ρ , г/см ³				Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
1	2,30	2,34	2,31	2,32	33,6	33,5	34,2	33,8
2	2,26	2,23	2,28	2,26	31,6	32,1	32,0	31,9
3	2,22	2,19	2,23	2,22	33,3	33,6	33,9	33,6
4	2,19	2,20	2,21	2,20	36,9	38,8	37,4	37,7
5	2,23	2,19	2,15	2,19	37,3	38,2	36,4	37,3

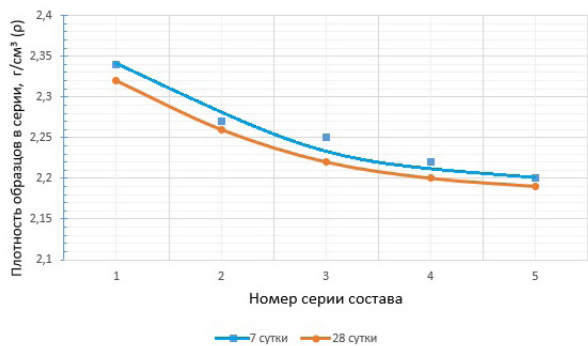


Рис. 1. Зависимость средней плотности образцов от серии на 7-е и 28-е сутки твердения
Fig. 1. Dependence of the average sample density on the batch on the 7th and 28th days of hardening

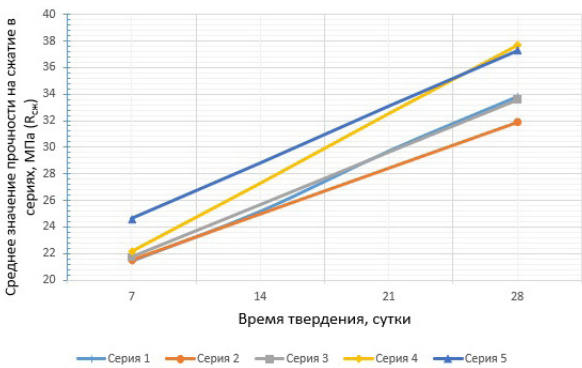


Рис. 2. Зависимость среднего значения прочности на сжатие от времени твердения (для всех серий отдельно)
Fig. 2. Dependence of the average compressive strength on the curing time (for all series separately)

Заключение

Расчетное количество вяжущего вещества, полученное в результате подбора состава бетона по методике абсолютных объемов при использовании речного волжского песка в качестве мелкого заполнителя, составляет 366,6 кг на 1 м³ (серия 1).

Осадка конуса, полученная в процессе замеса, составляет 5 см, что соответствует удобоукладываемости П2 при В/Ц=0,6. Однако следует учесть, что водопоглощение кварцевого песка значительно отличается для аналогичного параметра боя КПП.

Водопоглощение кварцевого песка находится в пределах околонулевого значения, при

работе с кварцевым песком в большей степени надо учитывать воду, необходимую на смачивание поверхности зерен песка [18]. Если же мы говорим о бое КГП, то, согласно ГОСТ 13996-2019 «Плитки керамические. Общие технические условия», а именно пункту 4 (Классификация), даже для плитки с низким значением водопоглощения этот показатель может достигать 3 %.

При экспериментальном подборе составов в сериях оттапливались от сохранения подвижности смеси в пределах марки П2, поэтому при использовании боя КГП количество воды необходимо было увеличивать, что согласно расчетным данным приводит к увеличению расхода цемента (так как значения $B/C=0,6$ мы также заложили как постоянную величину). Рассмотрев имеющиеся значения расхода цемента (см. табл. 1) по всем сериям, были получены следующие значения относительного контрольного состава (*серия 1*):

- 1) увеличение на 2,3 % для *серии 2*;
- 2) увеличение на 4,5 % для *серии 3*;
- 3) увеличение на 6,8 % для *серии 4*;
- 4) увеличение на 18,2 % для *серии 5*.

Заметно явное увеличение расхода вяжущего с увеличением расхода боя КГП, особенно в составе, в котором в качестве мелкого заполнителя использовалось 100 % боя КГП. Следовательно, использование такого варианта нецелесообразно, так как приводит к значительному перерасходу вяжущего.

Плотность образцов кубов, изготовленных с использованием боя КГП, меняется в меньшую сторону в зависимости от увеличения расхода материала. Это обусловлено тем, что истинная плотность речного песка составляет в среднем $2,5 \text{ г/см}^3$, а плотность же боя КГП не превышает значения $2,45 \text{ г/см}^3$. Истинные плотности материалов определялись по стандартной методике с помощью прибора Ле-Шателье.

Прочность на 7-е сутки, по данным табл. 2, характеризуется равномерным приростом без значительных скачков и изменений относительно контрольного состава. Следует отметить, что прочность на 7-е сутки состава с использованием 100 % боя КГП получилась несколько выше, что предположительно обусловлено более высоким расходом цемента согласно расчету на 1 м^3 бетонной смеси. Если говорить о приросте прочности по сравнению с контрольным составом, то он находится в пределах 14,9 %. Однако значения прочности каждого конкретного образца в серии № 5 имеют довольно заметный разброс (26,4; 24,3; 23,1 – данные из табл. 2); предполагаем, что это вызвано неравномерным распределением материала в теле бетона, т. е. бетонная смесь с использованием боя КГП требует более тщательного и длительного пере-

мешивания для более равномерного распределения боя в самой структуре бетона.

Прочность на 28-е сутки естественного твердения, при использовании боя КГП в количестве 25 % (*серия 2*) от общей массы мелкого заполнителя, становится даже меньше на 5,6 % по сравнению с контрольным составом. При использовании 50 % боя КГП (*серия 3*) от общей массы мелкого заполнителя, введенного в материал по сравнению с контрольным составом, – меняется незначительно. Однако результаты *серии 4* с использованием 75 % боя КГП показывают положительные изменения прочности с приростом в 11,5 % по сравнению с контрольным образцом (*серия 1*). Прирост прочности с использованием 100 % боя КГП (*серия 5*) тоже показывает прирост прочности. Но при этом имеет самый большой расход вяжущего вещества и его использование экономически не оправданно – так, при увеличении расхода цемента на 18,2 % конечная прочность образца увеличивается на 10,3 %. Для наглядности приведем сравнение для состава *серии 4* в следующем виде: при увеличении расхода цемента на 6,8 % (см. табл. 1) относительно контрольного состава (*серия 1*) прочность на сжатие при испытаниях на 28-е сутки для среднего значения составов серии 4 (см. табл. 3) больше на 11,5 % по сравнению со средним значением контрольного состава (*серия 1*). Поэтому образцы *серии 4* можно считать наиболее удачным результатом в проведенном эксперименте для использования боя КГП в производстве бетонов общестроительного назначения.

Вывод. Использование отхода от производства КГП в чистом виде в качестве мелкого заполнителя неоправданно, однако в смеси с обычным мелкозернистым кварцевым песком (в пропорции Б:П = 3:1) может использоваться в производстве тяжелых бетонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волюнкина Е.П. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2017. № 2 (20). С. 43–49.
2. Шишакина О.А., Паламарчук А.А. Обзор направлений утилизации техногенных отходов в производстве строительных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 198–203.
3. Гальцева Н.А., Попов П.В., Котов Д.А., Голотенко Д.С. Вторичное использование отходов промышленности // Инженерный вестник Дона. 2022. № 5 (89). С. 572–581.
4. Гасилов В.В., Крючкова И.В. Оценка экономической эффективности использования вторичных

ресурсов в строительстве // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2012. № 11 (62). С. 5–8.

5. Слободянюк Т.Р., Гамаюнова О.С. Вторичное использование строительных отходов // Высокие технологии в строительном комплексе. 2022. № 1. С. 18–26.

6. Зеленцов Д.В., Савельев А.А., Чертес К.Л. Устройство системы пассивной дегазации массивов существующих объектов размещения отходов // Градостроительство и архитектура. 2015. № 4(21). С. 100–102. DOI:10.17673/Vestnik.2015.04.13.

7. Чертес К.Л., Савельев А.А., Мартыненко Е.Г., Тутицына О.В., Михасек А.А. Оценка состояния и освоение территорий Самарской области, занятых размещением твердых бытовых отходов // Градостроительство и архитектура. 2016. № 1(22). С. 49–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8.

8. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления. М.: Лань, 2016. 304 с.

9. Юр'ев И.Ю., Скрипникова Н.К. Комплексное использование золошлаковых отходов Томской области для получения различных видов строительных материалов // Вестник ТГАСУ. 2013. № 2 (39). С. 245–249.

10. Золотухин С. Н., Трегуובה Е.А., Потехин И.А. Возможности создания регионального кластера повторного использования строительных отходов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 10. С. 209–212.

11. Борков П.В., Мелконян В.Г. Эффективные строительные материалы на основе отходов деревопереработки и металлургической промышленности // Фундаментальные исследования. 2014. № 3-1. С. 18–21.

12. Тускаева З.Р., Дзуцев О.А. Анализ использования отходов промышленности в производстве строительных материалов // Инженерный вестник Дона. 2021. № 7 (79). С. 338–346.

13. Каряев С.Б., Тускаева З.Р., Музаева М.Г. Анализ использования местных добавок и отходов в производстве строительных материалов // Инженерный вестник Дона. 2021. № 2 (74). С. 294–302.

14. Киянец А.В. Эффективность применения продуктов вторичной переработки полиэтиленрефталата в бетонах // Инженерный вестник Дона. 2022. № 2 (86). С. 34–39.

15. Владимиров С.Н. Проблемы переработки отходов строительной индустрии // Системные технологии. 2016. № 2 (19). С. 101–105.

16. Естемесов З.А., Султанбеков Т.К., Сарсенбаев Н.Б., Сауганова Г.Р. Строительные отходы – неисчерпаемый источник богатства для строителей // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2020. № 4 (22). С. 57–63.

17. Наука и практика: объединить для достижения общих целей [Электронный ресурс]. URL: Наука и практика: объединить для достижения общих целей | Самарский Стройфарфор (дата обращения: 18.12.2024).

18. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2003. 500 с.

REFERENCES

1. Volinkina E.P. Analysis of the state and problems of processing man-made waste in Russia. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta* [Bulletin of the Siberian State Industrial University], 2017, no. 2 (20), pp. 43–49. (in Russian)

2. Shishakina O.A., Palamarchuk A.A. Overview of the directions of utilization of man-made waste in the production of building materials. *Mezhdunarodni zhurnal prikladnih i fundamental'nih issledovani* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2019, no. 4, pp. 198–203. (in Russian)

3. Gal'ceva N.A., Popov P.V., Kotov D.A., Golotenko D.S. Recycling of industrial waste. *Inzhenerni vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2022, no. 5 (89), pp. 572–581. (in Russian)

4. Gasilov V.V., Kruchkova I.V. Assessment of the economic efficiency of the use of secondary resources in construction. *FES: Finansi. Ekonomika. Strategia* [FES: Finance. Economy. Strategy], 2012, no. 11 (62), pp. 5–8. (in Russian)

5. Slobodyanyuk T.R., Gamayunova O.S. Recycling of construction waste. *Vysokie tekhnologii v stroitel'nom komplekse* [High technologies in the construction complex], 2022, no. 1, pp. 18–26. (in Russian)

6. Zelentsov D.V., Savelyev A.A., Chertes K.L. Arrangement of passive degassing system for existing waste disposal facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2015, no. 4(21), pp. 100–102. (in Russian) DOI:10.17673/Vestnik.2015.04.13

7. Chertes K.L., Savelyev A.A., Martynenko E.G., Tupitsyna O.V., Mikhasek A.A. Assessment of the state and development of the territories of the Samara region occupied by the disposal of solid household waste. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2016, no. 1(22), pp. 49–57. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8

8. Vetoshkin A.G. *Tehnologii zashhity okruzhajushhej sredy ot othodov proizvodstva i potrebleniya* [Technologies for protecting the environment from production and consumption waste]. Moscow, Lan', 2016. 304 p.

9. Yur'ev I.Y., Skripnikova N.K. Integrated use of ash and slag waste from the Tomsk region for the production of various types of building materials. *Vestnik TGASU* [Bulletin of the TSASU], 2013, no. 2 (39), pp. 245–249. (in Russian)

10. Zolotukhin S. N., Tregubova E.A., Potekhin I.A. The possibilities of creating a regional cluster for the reuse of construction waste. *Resursoenergoeffektivni tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona* [Resource- and energy-efficient technologies in the construction complex of the region], 2018, no. 10, pp. 209–212. (in Russian)

11. Borkov P.V., Melkonyan V.G. Effective building materials based on waste from wood processing and metallurgical industry // *Fundamental'nie issledovaniya* [Basic research]. 2024. no. 3-1. pp. 18–21. (in Russia)

12. Tuskayeva Z.R., Dzutsev O.A. Analysis of the use of industrial waste in the production of building

materials. *Ingenerni vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2021, no. 7, pp. 338–346. (in Russian)

13. Kartsev S.B., Tuskayeva Z.R., Musayeva M.G. Analysis of the use of local additives and waste in the production of building materials. *Ingenerni vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2021, no. 2 (74), pp. 294–302. (in Russian)

14. Kiyanets A.V. The effectiveness of the use of recycled polyethylene terephthalate products in concrete. *Ingenerni vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2022, no. 2 (86), pp. 34–39. (in Russian)

15. Vladimirov S.N. Problems of waste recycling in the construction industry. *Sistemnie tehnologii* [System technologies], 2016, no. 2 (19), pp. 101–105. (in Russian)

16. Estemesov Z.A., Sultanbekov T.K., Sarsenbaev N.B., Sauganova G.R. Construction waste is an inexhaustible source of wealth for builders. *Vestnik GGNTU. Technicheskie nauki* [Bulletin of the GGSTU. Technical sciences], 2020, no. 4 (22), pp. 57–63. (in Russian)

17. Science and practice: unite to achieve common goals. Available at: Наука и практика: объединить для достижения общих целей | Самарский Стройфарфор (accessed 18 December 2024).

18. Bazhenov Yu.M. *Tekhnologii betona* [Concrete technology]. Moscow, ASV, 2003. 500 p.

Об авторах:

ФРОЛОВ Евгений Игоревич

кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: frolov.ei@samgtu.ru

FROLOV Evgeniy Igorevich

PhD of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Production of Building Materials, Products and Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: frolov.ei@samgtu.ru

ДЕМИДОВ Роман Владимирович

старший преподаватель, заведующий лабораторией кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: drv782010@mail.ru

DEMIDOV Roman Vladimirovich

Senior Lecturer, Head of Laboratories of the Production of Building Materials, Products and Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: drv782010@mail.ru

АНЦЕВ Максим Александрович

инженер кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: max2203200@mail.ru

ANTSEV Maxim Alexandrovich

Engineer of the Production of Building Materials, Products and Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: max2203200@mail.ru

Для цитирования: Фролов Е.И., Демидов Р.В., Анцев М.А. Использование боя керамогранитной плиты как замена мелкого заполнителя в тяжелых бетонах // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 83–89. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.12.

For citation: Frolov E.I., Demidov R.V., Antsev M.A. The use of small granite slabs as a substitute for fine aggregate in heavy concrete. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 83–89. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.12.



О. А. ГУЖОВА
О. В. ДИДКОВСКАЯ
М. Ф. ХАЙРУЛЛИН

ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО УТЕПЛЕНИЮ ФАСАДА ЗДАНИЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

INSULATING THE FACADE OF BUILDINGS IN THE WINTER PERIOD

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что технологии по ремонту фасада зданий недостаточно разработаны для эффективного использования в зимний период. Авторами исследована возможность применения технологии «мокрого фасада» при капитальном ремонте фасада зданий в зимний период с использованием временного теплоизолирующего контура и модифицирующих добавок. Представлена последовательность выполнения работ по устройству «тепняка». Перечислены преимущества использования данной технологии. Дополнительно рассмотрено применение специальных противоморозных добавок (химических веществ, модифицирующих рабочую смесь). Предлагаемые мероприятия позволят увеличить объем выполняемых работ по ремонту фасада зданий при сокращении временных издержек, а также приведут к уменьшению объема потребляемых энергетических ресурсов зданиями.

Ключевые слова: мокрый фасад, утепление фасада здания, зимний период, капитальный ремонт, модифицирующие добавки, теплоизолирующий контур, техническое состояние

The article outlines the relevance of the research topic, which is due to the fact that technologies for repairing the facade of buildings are not sufficiently developed in order to use them effectively in the winter period. The authors investigated the possibility of using the technology of “wet facade” in the overhaul of the facade of buildings in the winter period with the use of temporary heat-insulating contour and modifying additives. The sequence of works on the “greenhouse” construction is presented. The advantages of using this technology are listed. In addition, the use of special anti-freeze additives (chemical substances modifying the working mixture) is considered. The proposed measures will allow to increase the volume of works on repairing the facade of buildings while reducing time costs, and will also lead to a reduction in the amount of energy resources consumed by buildings while maintaining the corresponding useful effect from their use.

Keywords: wet facade, building facade insulation, winter period, overhaul, modifying additives, thermal insulation circuit, technical condition

Вопросы повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий и сооружений в настоящее время весьма актуальны и имеют приоритетное значение, поэтому им необходимо уделять особое внимание при выполнении работ по капитальному ремонту [1–4].

Актуальность выбранной темы обуславливается тем, что технологии по ремонту фасада зданий недостаточно разработаны для того,

чтобы их эффективно использовать в зимний период, что приводит к увеличению потребления энергетических ресурсов зданиями.

В данной статье исследуется возможность применения технологии «мокрого фасада» при капитальном ремонте фасада зданий в зимний период с использованием временного теплоизолирующего контура и модифицирующих добавок.

Для принятия решения о необходимости проведения капитального ремонта фасада здания необходимо проведение технического осмотра.

Особое внимание в процессе осмотров должно уделяться тем зданиям и их конструкциям и оборудованию, которые имеют физический износ свыше 60 %. Обнаруженные во время осмотров дефекты, деформации конструкций или оборудования зданий, которые могут привести к снижению несущей способности и устойчивости конструкций или здания, обрушению или нарушению нормальной работы оборудования, должны быть устранены в установленные сроки.

Результаты осмотров должны отражаться в специальных документах по учету технического состояния зданий: журналах, актах [5]. Прилагается фотоотчет (рис. 1).

Дополнительно для подтверждения потребности в капитальном ремонте может быть проведено обследование технического состояния стен здания с привлечением специализированных организаций (в том числе с использованием тепловизионного контроля). По результатам технических осмотров здания принимается решение о необходимости проведения капитального ремонта фасада здания. Выполнение данных работ может потребоваться и в зимний период, что приводит к значительным проблемам по их осуществлению.

В данной статье рассмотрен капитальный ремонт фасада дома в зимнее время с утеплением по технологии «мокрый фасад». Система «мокрого» типа считается универсальной, комплектуется теплоизоляционными плитами из плитного волокнистого утеплителя с использованием базальтовых, минеральных, стеклянных и других волокон [6–8]. Наглядное изображение приведено на рис. 2, 3.

Во время монтажа и вплоть до полного высыхания всех компонентов системы в зоне проведения работ должен поддерживаться температурный режим выше +5 °С.

Необходимость проведения работ по капитальному ремонту фасада часто возникает в зимний период. Для проведения работ по ремонту фасада здания в зимний период авторами предлагается использование временного теплоизолирующего контура («тепняка»). Термином «тепняк» принято называть временные сооружения, которые возводятся в холодное время года на строительном объекте для выполнения различных работ: кладка, устройство кровли, утепление, отделка фасада и т. д.

Отдельные нормативные требования по выполнению работ с применением временного теплоизолирующего контура по техно-



Рис. 1. Фотоотчет о результатах проведения осмотра

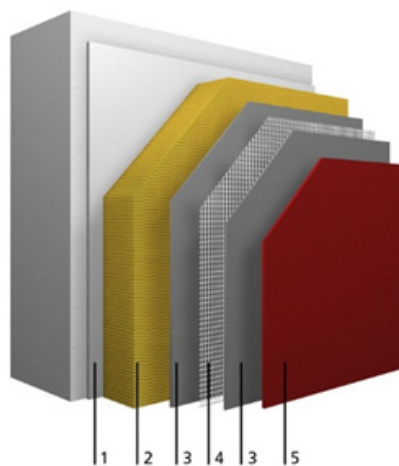


Рис. 2. Последовательность слоев по технологии «мокрый фасад»:

- 1 – клеевой слой; 2 – минеральный утеплитель;
- 3 – базовый клеевой слой; 4 – армирующая сетка;
- 3 – финишный клеевой слой;
- 5 – декоративная штукатурка



Рис. 3. Выполнение работ по технологии «мокрый фасад» на строительном объекте

логии «мокрый фасад» представлены в СП 293.1325800. Согласно данному документу тепловой контур устраивают для проведения работ в случае, если средняя температура календарного месяца (по СП 131.13330) в регионе, в котором проводят работы, ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

Обогрев в тепляках заключается в создании вокруг возводимой конструкции термоизолированного пространства (шатра). Шатер можно сделать из брезента или других воздухонепроницаемых материалов [9]. Вокруг здания создается особый тепловой контур, внутри которого постоянно поддерживается необходимая температура. Как оказалось, устройство мокрого фасада внутри такого тепляка с точки зрения технологии даже правильнее, чем выполнение работ летом на открытом воздухе. Дело в том, что тепляк защищает поверхность стен от перепадов температур, осадков, повышенной влажности и прямого воздействия ультрафиолетовых лучей. Показатели уровня влажности и температуры остаются одинаковыми на протяжении всего процесса, в результате удастся создать максимально прочный, надежный и долговечный фасад. На рис. 4 показано наглядное изображение «тепляка» на фасаде здания.

Рассмотрим последовательность выполнения работ по устройству «тепляка»:

- устройство строительных лесов;
- закрепление водонепроницаемого материала;
- установка термоэлектрических матов;
- размещение обогревателей или тепловых пушек.

Дополнительные преимущества использования «тепляка»:

- защита от внешних осадков;
- защита от ультрафиолета;
- защита от ветра;
- защита от высокой влажности.

При этом общая стоимость капитального ремонта фасада увеличивается примерно на 10–15 %.

Следующим предложением авторов является применение специальных противоморозных добавок (химических веществ, модифицирующих рабочую смесь). На данный момент в строительстве используются несколько сотен различных видов противоморозных добавок. Разнообразные модифицирующие добавки делают используемые для создания мокрых фасадов строительные материалы более совершенными, что позволяет использовать их в том числе и зимой. В этом случае проведение работ по капитальному ремонту фасада зданий становится доступным круглый год независимо от погодных условий. Применение модифициру-



Рис. 4. Устройство «тепляка» на фасаде здания в зимний период

ющих добавок рассматривается многими исследователями [10–12].

Часть авторов относится отрицательно к использованию противоморозных и иных добавок, обосновывая это тем, что они могут изменять свойства строительных материалов, что в свою очередь может привести к сокращению срока эксплуатации фасада и других строительных конструкций здания.

Другие исследователи являются сторонниками использования модифицирующих добавок, что дает возможность выполнять работы по технологии «мокрого фасада» в зимний период. При этом сметная стоимость материалов при использовании данного метода возрастает приблизительно на 5–8 %. Из-за невозможности проведения работ по утеплению фасада в зимнее время года, капитальный ремонт зданий переносится на несколько месяцев, вследствие чего строительные организации несут экономические потери.

Вывод. В статье рассмотрена технология утепления «мокрый фасад», выявлены ее основные температурные недостатки, при которых допускается производить монтаж фасадов. Предложенные мероприятия позволяют проводить работы по капитальному ремонту фасадов в зимнее время года, вследствие которых исключается время ожидания благоприятных погодных условий и увеличение сроков выполнения работ, что позволит увеличить объем выполняемых работ по ремонту фасада зданий при сокращении временных издержек, а также приведет к уменьшению объема потребляемых энергетических ресурсов зданиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сапарев М.Е., Витчиков Ю.С., Чулков А.А., Дядин А.А. Повышение теплозащитных характеристик

строительных ограждающих конструкций здания Самарского академического театра драмы // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1. С. 74–81. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.10.

2. Иванчук Е.В. К вопросу повышения энергетической эффективности жилых домов // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4 (27). С. 10–12.

3. Аралов Р.С., Курбатов В.Л. Анализ современных методов повышения энергоэффективности зданий при проведении капитального ремонта // Проблемы науки. 2017. № 7 (20). С. 18–23.

4. Дерина М.А. Оценка выбора материалов при капитальном ремонте фасадов и кровли жилых зданий для повышения их энергоэффективности: монография. Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, 2019. 164 с.

5. Постановление Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. № 170 «Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда» [Электронный ресурс]. URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/12132859/paragraph/1225:0> (дата обращения: 23.03.2024).

6. Гришин П.А. Основные методы утепления зданий с целью повышения их энергоэффективности // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2021. № 1. С. 313–318.

7. Костин Е.Н., Жидко Е.А. Технология «мокрого фасада» в энергоэффективной ограждающей конструкции // Инженерные системы и сооружения. 2018. № 3 (32). С. 55–58.

8. Шаронов О.Н., Булах Р.В. Сравнительный анализ утеплителей систем теплоизоляции «мокрый фасад» и повышение энергоэффективности ограждающих конструкций зданий и сооружений // Университетская наука. 2019. № 2 (8). С. 64–69.

9. Рязанова Г.Н., Попова Д.М. Анализ существующих методов возведения конструкций из монолитного бетона и железобетона в зимних условиях // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 1. С. 16–23. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.01.3.

10. Шамурат А.И. Применение противоморозных добавок при зимнем бетонировании // International scientific review. 2021. № LXXVIII. С. 6–8.

11. Мавлюбердинов А.Р., Изотов В.С., Нургатин И.И. Изучение механизмов влияния противоморозных добавок на свойства растворяемых смесей // Известия КазГАСУ. 2014. № 2 (28). С. 173–178.

12. Пашкевич С.А., Голунов С.А., Пустовгар А.П., Адамцевич А.О. Применение противоморозных добавок в базовых штукатурных составах систем фасадной скрепленной теплоизоляции // Construction materials. 2011. № 8. С. 44–46.

REFERENCES

1. Saparev M.E., Vytychikov Yu.S., Chulkov A.A., Dyadin A.A. Increase of heat protection characteristics of building envelopes of the building of the Samara Academic Drama Theatre. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura*

[Urban construction and architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 74–81. (in Russian)

2. Ivanchuk E.V. Towards improving the energy efficiency of residential buildings. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2013, no. 4 (27), pp. 10–12. (in Russian)

3. Aralov R.S., Kurbatov V.L. Analysis of modern methods of improving energy efficiency of buildings during capital repairs. *Problemy nauki* [Problems of science], 2017, no. 7 (20), pp. 18–23. (in Russian)

4. Derina M.A. *Otsenka vybora materialov pri kapital'nom remonte fasadov i kroveli zhilykh zdaniy dlya povysheniya ikh energoeffektivnosti* [Evaluation of material selection in major repairs of facades and roofs of residential buildings to improve their energy efficiency]. Penza, Penza State University of Architecture and Construction Publishing House, 2019. 164 p. (in Russian)

5. Resolution of the State Construction Committee of the Russian Federation of 27 September 2003 No. 170 «On Approval of the Rules and Norms of Technical Operation of the Housing Fund». Available at: <https://ivo.garant.ru/#/document/12132859/paragraph/1225:0> (accessed 23 March 2024).

6. Grishin P.A. Main methods of insulation of buildings in order to increase their energy efficiency. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologii «Integral»* [International Journal of Applied Science and Technology «Integral»], 2021, no. 1, pp. 313–318. (in Russian)

7. Kostin E.N., Zhidko E.A. Wet facade technology in energy-efficient envelope construction. *Nauchnyi zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzheniya* [Scientific Journal. Engineering Systems and Structures], 2018, no. 3 (32), pp. 55–58. (in Russian)

8. Sharapov O.N., Bulakh R.V. Comparative analysis of insulation materials of «wet facade» thermal insulation systems and improvement of energy efficiency of building envelopes and structures. *Universitetskaya nauka* [University science], 2019, no. 2 (8), pp. 64–69. (in Russian)

9. Ryazanova G.N., Popova D.M. Analysis of existing methods of erecting structures from monolithic concrete and reinforced concrete in winter conditions. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban construction and architecture], 2018, vol. 8, no. 1, pp. 16–23. (in Russian)

10. Shamurat A.I. Use of anti-freeze additives in winter concreting. *International scientific review* [International scientific review], 2021, no. LXXVIII, pp. 6–8. (in Russian)

11. Mavlyuberdinov A.R., Izotov V.S., Nurgatin I.I. Study of mechanisms of influence of antifreeze additives on properties of mortar mixtures. *Izvestiya KazGASU* [Proceedings of KazGASU], 2014, no. 2 (28), pp. 173–178. (in Russian)

12. Pashkevich S.A., Golunov S.A., Pustovgar A.P., Adamtsevich A.O. Use of antifreeze additives in base plaster compositions of facade bonded thermal insulation systems. *Construction materials* [Construction materials], 2011, no. 8, pp. 44–46. (in Russian)

Об авторах:

ГУЖОВА Оксана Александровна

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры стоимостного инжиниринга
и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: guzhova_oksana@inbox.ru

ДИДКОВСКАЯ Ольга Всеволодовна

доктор экономических наук, профессор,
заведующая кафедрой стоимостного инжиниринга
и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: kafedra_cen@mail.ru

ХАЙРУЛЛИН Марсель Фаритович

старший преподаватель кафедры
стоимостного инжиниринга
и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: marsel-716@mail.ru

GUZHOVA Oksana Al.

PhD of Economics, Associate Professor, Associate
Professor of the Value Engineering
and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: guzhova_oksana@inbox.ru

DIDKOVSKAYA Olga V.

Doctor of Economics, Professor, Head of the Value
Engineering
and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: kafedra_cen@mail.ru

KHAIRULLIN Marsel F.

Senior Lecturer of the Value Engineering
and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: marsel-716@mail.ru

Для цитирования: Гужова О.А., Дидковская О.В., Хайруллин М.Ф. Проведение работ по утеплению фасада зданий в зимний период // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 90–94. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.13.

For citation: Guzhova O.A., Didkovskaya O.V., Khairullin M.F. Insulating the facade of buildings in the winter period. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 90–94. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.13.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»



Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ВАК, индексируется в системе РИНЦ, каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Подписной индекс в каталоге агентства «Урал-Пресс»: 70570

Рубрики:

- Строительство
- Архитектура

Полный перечень рубрик можно посмотреть на официальном сайте журнала journals.eco-vector.com

ПУБЛИКАЦИЯ В ЖУРНАЛЕ БЕСПЛАТНАЯ

Александр Кузьмич СТРЕЛКОВ

доктор технических наук, главный редактор

443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244
тел. (846) 242-36-98; +79276510709
vestniksgasu@yandex.ru



АРХИТЕКТУРА

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ



УДК 711.168

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.14

А. Г. ВАЙТЕНС

ИДЕИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ АРХИТЕКТОРА-ГРАДОСТРОИТЕЛЯ А.В. МАХРОВСКОЙ (1917 – 1997) ПО РЕКОНСТРУКЦИИ СТАРЫХ ЖИЛЫХ РАЙОНОВ И КВАРТАЛОВ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

IDEAS AND PROPOSALS OF THE URBAN ARCHITECT
A.V. MAKHROVSKAYA (1917–1997) ON THE RECONSTRUCTION
OF OLD RESIDENTIAL AREAS AND QUARTERS OF LARGE CITIES

Рассматривается научная деятельность выдающегося ленинградского архитектора-градостроителя, члена-корреспондента РААСН Александры Викторовны Махровской (1917 – 1997). С ее именем связаны научно обоснованные предложения по градостроительной реконструкции исторических районов и кварталов Ленинграда. С начала 1960-х и до середины 1990-х гг. А.В. Махровская возглавляла Отдел реконструкции Ленинградского НИИ градостроительства, в котором под ее руководством разрабатывались эти предложения и которые впервые в стране были представлены в монографии «Реконструкция старых жилых районов крупных городов», выдержавшей два издания (1974 и 1986 гг.), и в многочисленных статьях. Предложения по направлениям градостроительной реконструкции центральных районов Ленинграда, выдвинутые А.В.Махровской, стали основой нормативно-правовой системы охраны градостроительного наследия Ленинграда, позднее Санкт-Петербурга, вошедшей в состав Генеральных планов развития Ленинграда и Ленинградской области 1987 – 2005 гг. и Санкт-Петербурга 2005 – 2025 гг.

This article is devoted to the scientific activities of the outstanding architect-urban planner Alexandra Viktorovna Mahrovskaja (1917 – 1997). With her name and the results of her works the scientific proposals of urban reconstruction of the historic parts of Leningrad are connected. From the beginning of the 1960-ies up to the middle of the 1990-ies she was the Chief of the Department of reconstruction of the Leningrad Urban Planning institute, where these proposals under her ruling were worked out. These ideas and proposals were presented in the monography “ Reconstruction of the old dwelling quarters of the large cities” which was published twice (in 1974 and 1986) and in numerous articles. The ideas and proposals of urban reconstruction of the historic central parts of Leningrad, presented by Mahrovskaja, became the basics of the guard of urban heritage of Leningrad and later of Saint Petersburg. They became the parts of the General Plan of Leningrad 1987 – 2005 and the General Plan of Saint Petersburg 2005 – 2025.

Ключевые слова: градостроительная реконструкция, пространства старых жилых кварталов, планировочные ограничения, планировочная структура, исторический центр Ленинграда, направления реконструкции, режимы реконструкции

Keywords: urban planning reconstruction, spaces of old residential areas, planning restrictions, planning structure, historical center of Leningrad, directions of reconstruction, reconstruction modes

В Генеральном плане развития Ленинграда, утвержденном в 1966 г. и рассчитанном на период до середины 1980-х гг., была представлена Схема охранных зон и зон регулирования застройки в старой части города в достаточно общем виде. Были представлены границы зон. Согласно этому Генеральному плану, по сравнению с предыдущим периодом, охране и современному использованию подлежали не только отдельные памятники или ансамбли с их территориями, но историческая среда на обширных территориях исторического центра Ленинграда. Однако охранные зонирование, режимы реконструкции и направления регулирования исторической застройки, в зависимости от исторической ценности и периодов постройки, в Генплане 1966 г. были представлены в самом общем виде [1, с. 329–330] (рис. 1). А.В. Махровской и руководимому ей коллективу принадлежала роль дальнейшей разработки и углубления этих охранных направлений, ограничений и параметров. Учитывая роль Александры Викторовны в научной разработке охранных мероприятий, следует, хотя бы кратко, остановиться на ее биографии [2, с. 190–191].



Махровская Александра Викторовна
Makhrovskaya Alexandra Viktorovna

А.В. Махровская родилась в 1917 г. в семье выдающегося ученого-метролога профессора ВНИИМА в Ленинграде В.Г. Махровского. В 1936 г. она поступила на архитектурный факультет ленинградского Института живописи, скульптуры и архитектуры Академии художеств. В довоенный период ее учителями были выдающиеся архитекторы того времени А.С. Никольский,

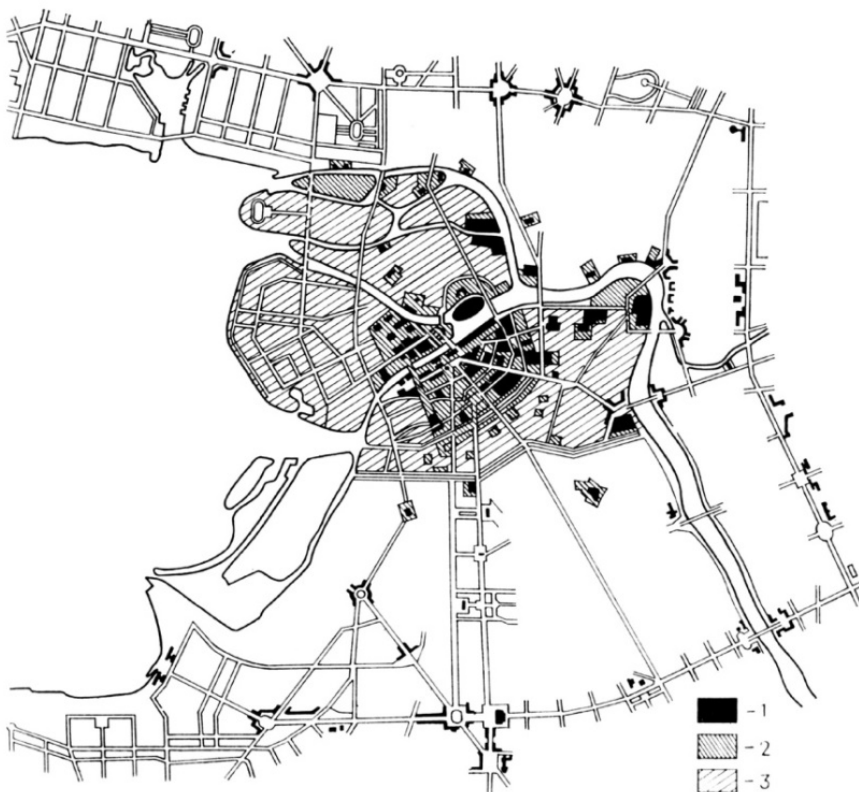


Рис. 1. Схема охранных зон и зон регулирования застройки (по Генплану 1966 г.):

1 – территория памятника архитектуры; 2 – охранный зона; 3 – зона регулирования

Fig. 1. Scheme of protection zones and development regulation zones (according to the General Plan of 1966):

1 – territory of the architectural monument; 2 – security zone; 3 – Control Area

Н.А. Троцкий, Л.М. Тверской, Л.А. Ильин. В связи с войной и эвакуацией А.В. Махровская смогла завершить образование лишь в 1945 г. в академическом Институте им. Репина в мастерской Игоря Ивановича Фомина.

После войны она некоторое время работала в Ленгипрогоре, где несмотря на военные потрясения сохранилась градостроительная школа высокого уровня. Именно в этом коллективе, как вспоминала Александра Викторовна, у нее проявился интерес к анализу пространственной организации городов, определивший выбор градостроительной специализации.

В 1951 г. она поступила в аспирантуру Ленинградского филиала Академии строительства и архитектуры, в сектор планировки и застройки. Ее руководителем стал известный в то время градостроитель профессор Владимир Александрович Витман (1889–1961), руководивший этим подразделением. Под его руководством А.В. Махровская защитила диссертационную работу «Застройка и планировка набережных Невы», определившую область ее дальнейших научных интересов.

В 1963 г. Академия строительства и архитектуры СССР и ее Ленфилиал по прямому указанию Н.С. Хрущева были ликвидированы. В 1964 г. на основе научного и проектного коллективов бывшей Академии был создан Ленинградский научно-исследовательский и проектный институт градостроительства (ЛенНИИПград). Во вновь созданном институте А.В. Махровская возглавила Отдел реконструкции городов. Уже с конца 1960-х и до начала 1990-х гг. тематика разработки условий реконструкции исторических районов Ленинграда и охраны культурного и архитектурного наследия стала ведущей.

Коллеги Александры Викторовны отмечали, что градостроительные проблемы Ленинграда, прежде всего проблемы реконструкции, были ее любимыми научными направлениями. Под ее руководством эти проблемы и направления разрабатывались все 1960-е гг. [3]. Были учтены и проанализированы научно-проектные работы ленинградских проектных институтов: ЛенНИИПроекта (1-й мастерской), Ленжилпроекта, а также московских научно-исследовательских институтов ЦНИИПГрадостроительства и ЦНИИ теории и истории архитектуры и градостроительства, занимавшихся научным сопровождением реконструкции центров исторических городов страны.

В результате этой работы в 1974 г. вышла монография А.В. Махровской «Реконструкция старых жилых районов крупных городов: на примере Ленинграда» [4]. В ней были определены проблемы и направления реконструкции

исторически сложившихся районов и жилых кварталов центральной части Ленинграда. Была впервые предложена методика предпроектных исследований реконструкции жилой среды.

За 12 лет под руководством А.В. Махровской в Отделе реконструкции городов были проведены проектные и научно-исследовательские работы по реконструкции центральной части Ленинграда, собраны материалы о градостроительстве Петербурга–Ленинграда XVIII – XX вв. Результатом этой многосторонней деятельности стало второе издание монографии Александры Викторовны, вышедшей в 1986 г. под тем же названием, но существенно дополненной. В ней были изложены основные идеи и предложения автора по реконструкции старых жилых районов крупных городов на примере Ленинграда, но возможные к применению и в других крупных исторических городах России.

В первой главе монографии **«Градостроительные проблемы и условия реконструкции исторически сложившихся районов»** были определены проблемы и условия реконструкции исторически сложившихся районов Ленинграда.

Первый раздел этой главы был посвящен формированию планировочной структуры, ансамблей и массовой застройки Петербурга – Петрограда с начала XVIII в. до 1917 г. Были подробно проанализированы как процессы, так и результаты этого формирования. На примерах творчества Л.Н. Бенуа, Ф.Е. Енакиева, М.М. Перетятковича, И.А. Фомина были раскрыты противоречия формирования капиталистического Петербурга–Петрограда, прежде всего бесплановой застройки города. Эти противоречия создавали проблемы развития не только центральной части российской столицы, но и ее периферийных районов.

Второй раздел *«Совершенствование исторически сложившихся районов в процессе социалистической реконструкции и развития Ленинграда»* был посвящен направленности, содержанию и результатам реконструктивных мероприятий в Петрограде–Ленинграде в 1920 – 1960-х гг. На примерах градостроительных преобразований этого периода было раскрыто существо и цели социалистической реконструкции разных частей города. Большое внимание в разделе уделено послевоенному восстановлению и реконструкции центральной части Ленинграда.

Вторая глава монографии **«Методические основы реконструкции исторически сложившихся районов»** посвящена методике предпроектных исследований. Впервые в реконструктивных исследованиях автором и ее коллегами был предложен подход, при котором при решении реконструктивных проблем изучался

человеческий фактор – анализ жизнедеятельных процессов, условий проживания и характера поведения людей в центре крупнейшего города, в частности Ленинграда [4, с. 148].

В разделе «Социально-функциональные предпосылки реконструктивных мероприятий» этой главы были определены задачи реконструкции центра и основные направления исследований, необходимых для решения поставленных задач. К этим направлениям было отнесено изучение реальных потребностей и поведенческих моделей населения при посещении центральных районов. Были определены четыре модели поведения людей с различными целями в центре города: в системе Невского проспекта, на набережных Невы, на центральных проспектах с большим количеством учреждений обслуживания (Петроградская сторона и Васильевский остров) и для прочих архитектурных сред центральных районов [4, с. 170] (рис. 2).

Было показано, что реальная картина направленности людских потоков, поведение человека в центре, данные о структуре населения дают возможность конкретизировать задачи совершенствования функционально-планировочной организации центральных районов с учетом человеческого фактора [4, с. 171]. В связи с этим были определены важные задачи реконструкции центральных районов: повышение эффективности использования территорий центральных районов (освобождений центра от не свойственных ему объектов) и интенсификация жилой функции (модернизация старых домов

с минимальными потерями жилой площади). Одним из важных направлений преобразования центральных районов А.В. Махровская считала освоение подземного пространства.

Таким образом, в целях определения путей реконструкции предпроектные исследования должны были включать анализ сложившейся функциональной, планировочной и транспортной организации центральных районов [4, с. 172] (рис. 3).

На уровне застройки, по мнению автора, было необходимо определить особенности планировки, основные типы исторических кварталов и характер их группировки по отношению к главным проспектам, транспортным магистралям и общественным комплексам. Такой анализ мог бы помочь установить значимость проспектов и улиц как направлений размещения обслуживающих учреждений, выявить характер размещения учреждений различных видов в разных частях центральных районов, границы наивысшей их концентрации в пределах исторического центра, произвести соответствующее зонирование территорий [4, с. 173].

В результате анализа основных транспортных магистралей центра были предложены такие качественные характеристики, как «центральность», «людность», «популярность», историко-культурная ценность места (см. рис. 3). По мнению автора, сопоставление данных показателей давало возможность определить, где и в каких местах градостроители должны особенно бережно относиться к насле-

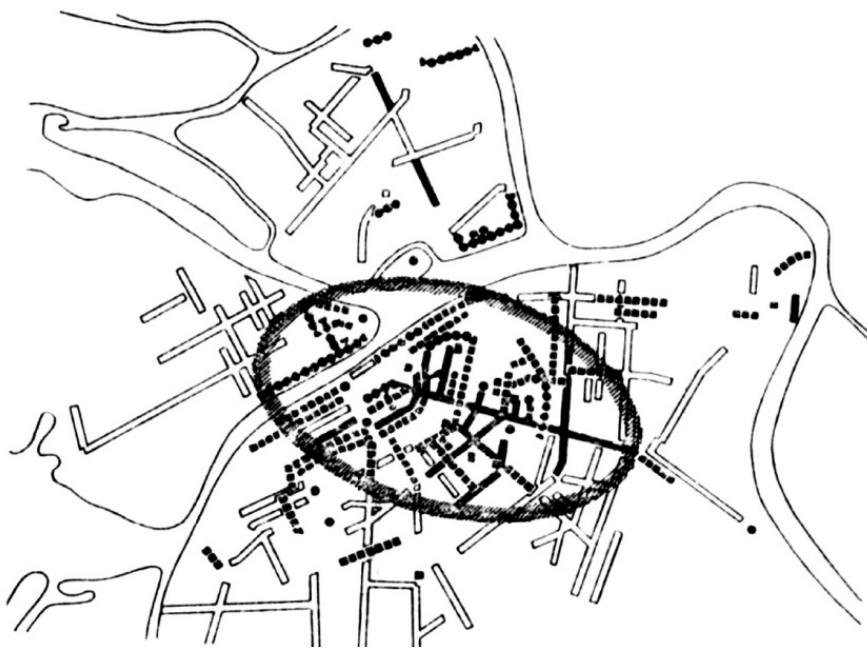


Рис. 2. Схема важнейших улиц центра (заключены в овал)

Fig. 2. Scheme of the most important streets of the center (enclosed in an oval)



Рис. 3. Схема зонирования территории центральных районов по степени сложности градостроительной ситуации (наибольшая сложность в зоне Невского проспекта): 1–5 – уровни центральности (по мере удаленности от центра)
 Fig. 3. Zoning scheme of the territory of the central regions according to the degree of complexity of the urban planning situation (the greatest complexity in the Nevsky Prospekt zone): 1–5 – centrality levels (as far away from center)

дию, а где возможны более активные преобразования существующих функционально-планировочных структур [4, с. 177].

Выводом этого раздела стало определение результатов сравнительного анализа функционально-планировочных и транспортных данных центральных районов. По мнению Александры Викторовны, этот анализ позволил бы осуществить следующие реконструктивные мероприятия: оценить степень эффективности использования территорий, установить достаточность или недостаточность планировочных и транспортных взаимосвязей с окружением, степени завершенности или незавершенности планировочных систем центральных районов [4, с. 180]. Эти выводы были использованы позднее, в 1990-х гг., при формировании инвестиционных стратегий реконструкции центральных районов.

Третий раздел второй главы «Зонирование территорий для целей градостроительной реконструкции» посвящен режимам реконструкции. В этом разделе на уровне города были выделены следующие территории с различными характеристиками [4, с. 184]:

- историческое ядро центра с системой ансамблей;
- исторически сложившиеся районы со смешанным функциональным использованием территорий и отдельными архитектурными ансамблями;
- промышленный пояс со старыми кварталами жилой застройки;

- новые районы массового жилищного строительства;

- пригородная зона, включающая на севере санаторно-курортную зону и на юге дворцово-парковые ансамбли Пушкина, Павловска, Гатчины, Петродворца и Ораниенбаума.

Для этих территорий предлагались различные режимы реконструкции.

В центральной части города (историческое ядро и исторически сложившиеся районы) были определены три зоны с особыми режимами реконструкции и методами охраны и развития исторической среды.

Первая зона – зона особо строгого режима реконструкции – историческое ядро центра города с уникальным архитектурным ландшафтом. Режим реконструкции в этой зоне предлагал запрет нового строительства, создание условий функционирования и развития общегородского центра, сохранение планировочной сети улиц, маломерных плотно застроенных кварталов с небольшими дворами, пешеходных трасс через кварталы.

Вторая зона – периферия – внешний пояс центральных районов предлагался к преобразованию в таких аспектах, как упорядочение зонирования территорий, вынос ряда предприятий, развитие функций центра, интенсификация жилых функций [4, с. 190].

Третья зона – территории промышленного пояса, расположенные в основном южнее Обводного канала. Здесь не действовали столь строгие охранные ограничения, характерные для первой и второй зон. В этой зоне автором предлагался взаимосвязанный и одновременный процесс реконструкции как промышленных, так и жилых территорий. Для укрепления и расширения связей между старыми и новыми районами предлагалось устройство «прорывов» промышленного пояса вдоль радиальных направлений развития общегородского центра и размещение вблизи предприятий новых общественных комплексов [4, с. 191].

В данном разделе автором было предложено три аспекта охранных и реконструктивных мероприятий территорий центральных районов [4, с. 194]:

- воссоздание (реставрация) отдельных архитектурных комплексов или кварталов с учетом их местоположения в центральных районах;
- сохранение структуры и облика кварталов и улиц при условиях упорядочения их функционального содержания;
- комплексное преобразование районов при самых строгих ограничениях, гарантирующих сохранность исторически ценной планировки и застройки.

Во всех этих случаях предлагалось следующее: запрещение разрушать характерную для

города периметральную застройку улиц, сохранение структуры кварталов, а также соблюдение масштаба и ритма застройки.

В разделе «Методы охраны исторической среды, памятников истории, культуры и архитектуры» были представлены охранные ограничения и режимы их реализации. К 1969 г. Государственной инспекцией по охране памятников Главного архитектурно-планировочного управления Ленгорисполкома (ГИОП) была установлена объединенная охранный зона площадью 720 га с 260 памятниками, зоны охраны отдельных памятников; около них намечены зоны регулирования застройки (480 га) [4, с. 196]. Были установлены территориальных границы этих зон.

Охранные мероприятия были установлены в самом общем виде. В охранных зонах к ним относился запрет на новое строительство и осуществление посадок зеленых насаждений во избежание искажения исторической среды. В зонах регулирования застройки разрешалось новое строительство при условиях ограничения высоты застройки и запрещалось размещение предприятий и утилитарных устройств.

Одна из основных идей монографии А.В. Махровской заключалась в том, что охране и современному использованию подлежат не только отдельные памятники или ансамбли, но историческая среда в целом на обширных территориях сложившихся исторических районов. При этом важными направлениями реконструктивных мероприятий должны были стать поиски воссоздания утраченных качеств исторической среды. По ее мнению, одной из наиболее действенных мер охраны исторической среды старых районов должно было стать сохранение плана сложившейся регулярной сети улиц и проспектов, а также маломерного квартала как первичного элемента планировочной структуры центральной части города [4, с. 200].

Эти идеи были положены в основу исследований, проводимых в 1990-х гг., результатами которых стали регламенты и нормативы градостроительной деятельности в охранных зонах и зонах регулирования застройки, ставшие в настоящее время нормами добровольного применения и в некоторых случаях частично отмененные.

В третьей главе монографии «Архитектурно-планировочная структура реконструируемых районов» рассмотрены основные направления преобразований исторической среды отдельных территорий, входящих в состав Центрального, Ленинского и Василеостровского административных районов. Историческая среда этих районов различна. Центральный (Смольный и Большая Охта) и частично Василеостровский районы входили и входят в настоящее вре-

мя в Объединенную охранный зону, Ленинский район входит в зону регулирования застройки.

Реконструкцию этих исторически сложившихся районов предлагалось осуществлять как с учетом особенностей планировки и застройки каждого из районов, так и их размещения, особенно по отношению системы центра. Процессы преобразования этих районов рекомендовалось развивать в двух взаимосвязанных направлениях: с одной стороны – совершенствование функциональной и архитектурно-планировочной структуры этих районов, с другой – комплексная реконструкция жилых кварталов [4, с. 214]. В разделах главы были рассмотрены особенности, этапы и результаты формирования указанных районов в XIX – XX вв. Таким образом, в данной главе предлагались реконструктивные мероприятия на уровне исторических районов.

В четвертой главе «Комплексная реконструкция жилых кварталов» были предложены основные направления комплексной реконструкции исторических жилых кварталов.

По мнению А.В. Махровской, к задачам комплексной реконструкции исторических кварталов следовало отнести следующие [4, с. 268]:

- повышение эффективности использования территорий;
- интенсификация жилой функции.

Были раскрыты особенности проектных предложений реконструкции кварталов, расположенных в различных градостроительных ситуациях [4, с. 268]. В предложениях конца 1960-х – начала 1970-х гг. были отмечены тенденции по созданию богато озелененных внутриквартальных пространств за счет значительного сноса малоценной застройки, почти без компенсации ее новым строительством. В экономическом плане подобные преобразования, позднее названные санацией, оказывались нецелесообразными.

В последующих разработках (конец 1970-х – 1980-е гг.) развивалась тенденция повышения эффективности использования территорий за счет максимально возможного сохранения жилого фонда при соблюдении строгих ограничений по инсоляции внутриквартальных пространств. Было отмечено, что ранее допускавшийся значительный снос дворовых корпусов для образования больших озелененных пространств не следует считать оправданным как в силу больших потерь жилой площади, так и недостаточно эффективного использования освобожденной от застройки территории [4, с. 282]. Более эффективный подход был признан А.В. Махровской перспективным и подробно рассмотрен во втором издании ее монографии.

В качестве предпроектных исследований А.В. Махровской была предложена классифи-

кация исторических кварталов по времени застройки, площади, размерам, расположению, степени сохранности, конфигурации и количеству рядов застройки. Из множества исторических кварталов центра было выделено восемь типов кварталов [4, с. 273]. Все выделенные признаки позволили классифицировать блоки кварталов как сохраняемые (опорные), реконструируемые и подлежащие сносу или используемые для нежилых функций. Подобная поблочная оценка исторических жилых кварталов была проведена Отделом реконструкции под руководством А.В. Махровской одновременно с институтом ЛенжилНИИпроект (рук. К.А. Шарлыгина).

К основным направлениям комплексной реконструкции жилых кварталов А.В. Махровская отнесла:

- модернизацию жилых зданий;
- переустройство и развитие существующей системы культурно-бытового обслуживания населения;
- упорядочение функционального зонирования внутриквартальных пространств и трассировку пешеходных путей в них.

Под модернизацией старых жилых домов предлагалась перепланировка и разукрупнение многокомнатных квартир, сближение их по большинству параметров с квартирами нового строительства по существовавшим нормам [4, с. 280]. При этом Махровская указывала на необходимость сохранения всего разнообразия структур жилых домов центра, по возможности сохранения пропорций комнат, сохранившихся интерьеров, панно и пр. В современных условиях либерализации жилищной политики и различий стоимостей жилья данные предложения являются особенно актуальными.

При переустройстве и развитии культурно-бытового обслуживания населения исторических кварталов следовало учитывать точные данные о состоянии, характере посещаемости и рентабельности этих учреждений. По мнению Махровской, поскольку большинство учреждений обслуживания вынуждено будет занимать встроенные помещения, то возможности их перспективного использования будут определяться рядом показателей: типами занимаемых помещений, их физическим состоянием, строительными размерами, удобствами внутренних планировок и т. д. [4, с. 285]. Учреждения с переменными, нефиксированными составами посетителей (торговля, общественное питание, различные мастерские) целесообразно размещать у пересечения магистралей или у остановок транспорта вдоль магистралей.

Таким образом, автор этих предложений считала, что в реконструируемой группе

кварталов преобразованная и развитая система обслуживания должна сочетать: линейное размещение обслуживающих учреждений вдоль магистралей, совмещающих функции местного, городского и районного значений; дисперсное размещение учреждений местного значения на жилых улицах; равномерное размещение детских учреждений, привязанных к каждому кварталу [4, с. 290]. Предлагались также такие реконструктивные мероприятия, как перекрытия внутридворовых пространств на уровне второго-третьего этажей, устройство пассажей и небольших торговых улиц во внутриквартальных пространствах. Последнее было реализовано в 1990-х в проекте и строительстве гостиницы «Коринтия» в Санкт-Петербурге (архитекторы Ю. Земцов и М. Кондаин).

Упорядочение функционального зонирования внутриквартальных пространств, по мнению Махровской, должно было выделять «двор» как важнейший функциональный элемент реконструируемых кварталов, как их «интерьеры» [4, с. 296].

В разделе «Архитектурно-планировочная организация реконструируемых кварталов. Опыт научных исследований, проектирования и строительства» А.В. Махровской были продемонстрированы результаты применения отмеченных выше идей.

Для первых опытов проектирования комплексной реконструкции были выбраны три различные по величинам и расположению площадки в исторической части Ленинграда:

- *Кварталы на Обводном канале и Лиговском пр.*, характерные для «промышленного пояса», относящиеся к числу «рыхлых» кварталов с незавершенной структурой. Шесть маломерных кварталов общей площадью 26,6 га [4, с. 304–305].

- *Кварталы в Ленинском районе*, маломерные, широтно расположенные, с глубиной участков 60 – 70 м, застроенные по периметру 4–5-этажными домами; внутриквартальные пространства представляют собой систему дворов-колодцев. Шесть спаренных кварталов от 1,1 до 1,3 га каждый [4, с. 313–315].

- *Кварталы Васильевского острова* размещаются в границах объединенной охранной зоны памятников архитектуры и непосредственно включены в ядро исторического центра (территория 20 га) [4, с. 323].

На территориях кварталов на Обводном канале до реконструкции размещались малоценные строения (мелкие склады, гаражи, сараи). Более половины территории занимали улицы и неблагоустроенные дворы. Здесь не имелось требуемого (по нормативам) состава учреждений обслуживания. Участки под существующими

учреждениями (школа, детские дошкольные учреждения) были чрезмерно малы [4, с. 304].

В результате реконструкции (ликвидации малоценных строений) было размещено два детских дошкольных учреждения на 120 и 280 мест, ликвидированные транзитные транспортные улицы, сформирована застройка вдоль Лиговского пр. (построен 12-этажный дом, три 5-этажных дома и поликлиника). Более 30 домов с жилой площадью около 29 тыс. м² капитально отремонтированы, многокомнатные квартиры поделены и полностью благоустроены [4, с. 306]. Впервые в строительной практике города был приобретен опыт комплексного капитального ремонта зданий, реконструкции их первых этажей, совмещенной прокладки подземных коммуникаций и благоустройства территорий [4, с. 307].

Следует отметить, что в данном случае комплексная реконструкция как на уровне группы кварталов (застройка), так и на уровне отдельных зданий была осуществлена к началу 1980-х за счет средств города. Лишь в начале 2010-х в западной части кварталов, с раскрытием на Обводный канал, был построен торговый комплекс «Лигов» за счет средств частных инвесторов и встроенная станция метро «Лиговский проспект» за счет городских средств.

В кварталах Ленинского района основной проблемой было наличие дворов-колодцев в узких кварталах, недостаточное количество учреждений обслуживания, детских дошкольных учреждений, большое количество многокомнатных квартир коммунального заселения.

Под руководством А.В. Махровской в ЛенНИИПградоостроительства было разработано два варианта проектов реконструкции этих кварталов.

Первый вариант проекта предусматривал радикальную санацию, разуплотнение вну-

триквартальных территорий и существенные планировочные преобразования; второй намечал строго ограниченные планировочные изменения, уменьшенный процент сноса дворовых корпусов.

В первом варианте было предложено образовывать из обособленных маломерных кварталов единую взаимосвязанную группу при условии их попарного объединения с сохранением периметра застройки. Таким образом, проектом было предусмотрено создать шесть попарно объединенных маломерных кварталов. Сквозной транспортный транзит через них закрывался, и улицы решались как пешеходные бульвары с местами отдыха и как тупиковые проезды [4, с. 317].

Во втором варианте, разработанном применительно к этой же группе кварталов, потерялось максимально возможное сокращение потери жилой площади. Предусматривалась полная модернизация сохраняемых жилых домов как вдоль улиц, так и внутри квартала, полноценная сеть встроенных учреждений обслуживания, упорядочение пешеходных связей внутри кварталов и между ними, расширение некоторых дворов. При этом ряд дворов предлагалось перекрывать на уровне первого-второго этажей для расширения площадей обслуживающих учреждений [4, с. 320] (рис. 4).

Таким образом, второй вариант оказывался более экономически приемлемым, чем первый. Тем не менее даже в 1980-х гг. в Ленинграде не нашлось средств на реализацию этих реконструктивных предложений.

На четыре квартала Васильевского острова, расположенных между 1-й и 8-й линиями, распространяются самые строгие ограничения при проведении реконструктивных мероприятий (рис. 5). В связи с этим важнейшим опорным материалом для разработки проекта реконструкции стал план

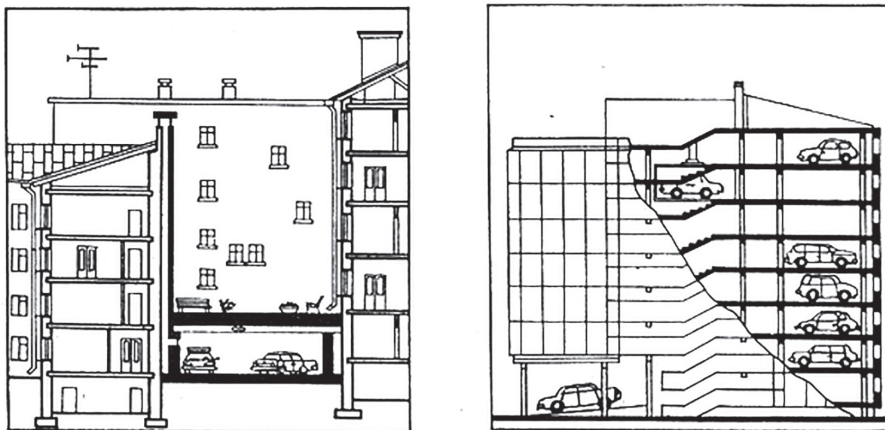


Рис. 4. Примеры реконструкции первых этажей и устройства парковок
Fig. 4. Examples of reconstruction of first floors and parking

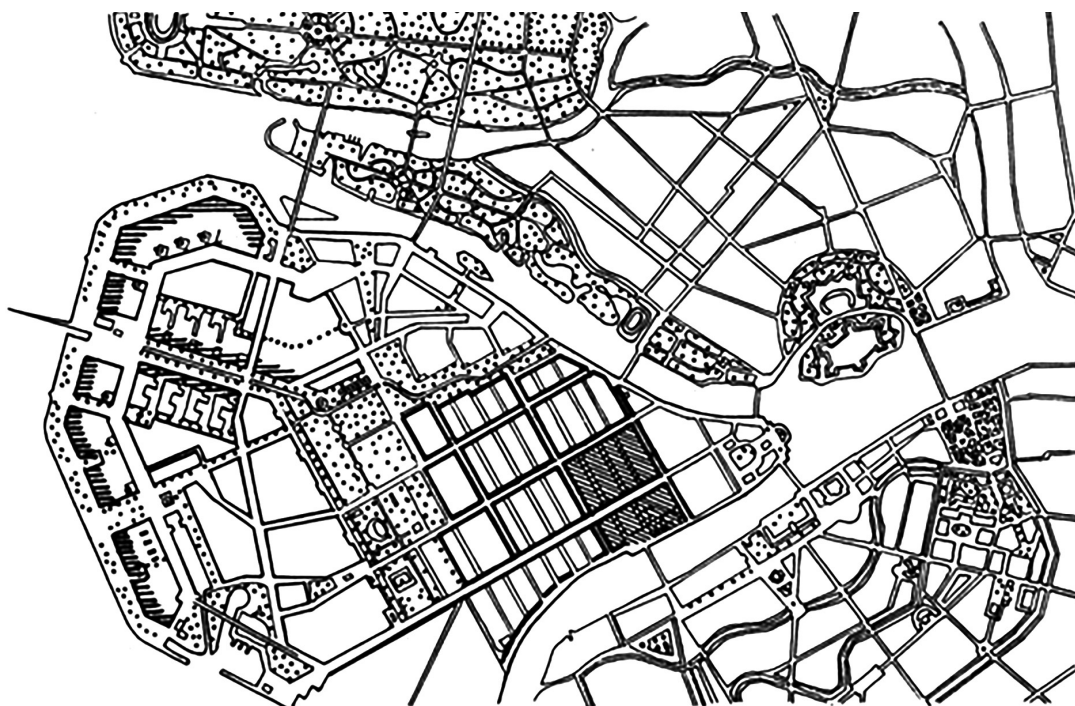


Рис. 5. Реконструируемые кварталы
на Васильевском острове
Fig. 5. Reconstructed quarters on Vasilievsky Island

с историко-архитектурным анализом застройки по данным Государственной инспекции охраны памятников (ГИОП). Выяснилось, что большую историческую ценность имеет застройка вдоль Большого проспекта и 1-й линии [4, с. 323].

Проектное предложение по реконструкции этих кварталов было разработано под руководством А.В. Махровской в двух вариантах.

По аналогии с кварталами Ленинского района первый вариант предусматривал значительный снос малоценных блоков внутри кварталов, что позволяло образовывать озелененную и хорошо инсолированную среду. В каждом квартале (до 5 га и более) сохранялся плотный периметр домов, прошедших модернизацию и реставрацию [4, с. 326] (рис. 6).

Второй вариант предусматривал максимально возможное сокращение потери жилой площади. При этом встала задача сохранения не только периметра домов вдоль улиц и отдельных дворовых корпусов, но и в целом внутренней структуры кварталов. Поэтому, в отличие от первого предложения, особенностью методического подхода к разработке второго варианта стал принцип совершенствования сложившейся структуры кварталов (рис. 7). При этом авторы исходили из определения минимального размера двора, соответствовавшего требованиям инсоляции. Также предусматривалась модернизация сохраняемых дво-

ровых корпусов, их достройка и размещение новых вставок для завершения формирования отдельных дворов [4, с. 328–329].

Таким образом, в этих вариантах были разработаны экстенсивный и интенсивный варианты реконструкции (см. рис. 6, 7).

В результате предпроектных исследований выяснилось, что 6-я и 7-я линии имеют большое общественное значение в связи с размещением станции метро «Василеостровская» и учреждений торговли. Позднее, в 1980-х гг., здесь была сформирована пешеходная улица (озелененный бульвар), связывающая Средний и Большой проспекты Васильевского острова.

Идеи и предложения, изложенные в трудах А.В. Махровской, могут быть использованы и в настоящее время в иных, постсоветских условиях и возможностях города и потенциальных инвесторов:

1. В трудах А.В. Махровской были определены виды предпроектных исследований для целей и задач реконструкции на уровне *исторических центров* крупных городов:

- социологические исследования: анализ плотности населения в центральных районах, анализ жизнедеятельности населения центра;
- функциональный анализ городских центров;
- анализ постоянного и дневного населения;
- анализ направленности людских потоков в центре;

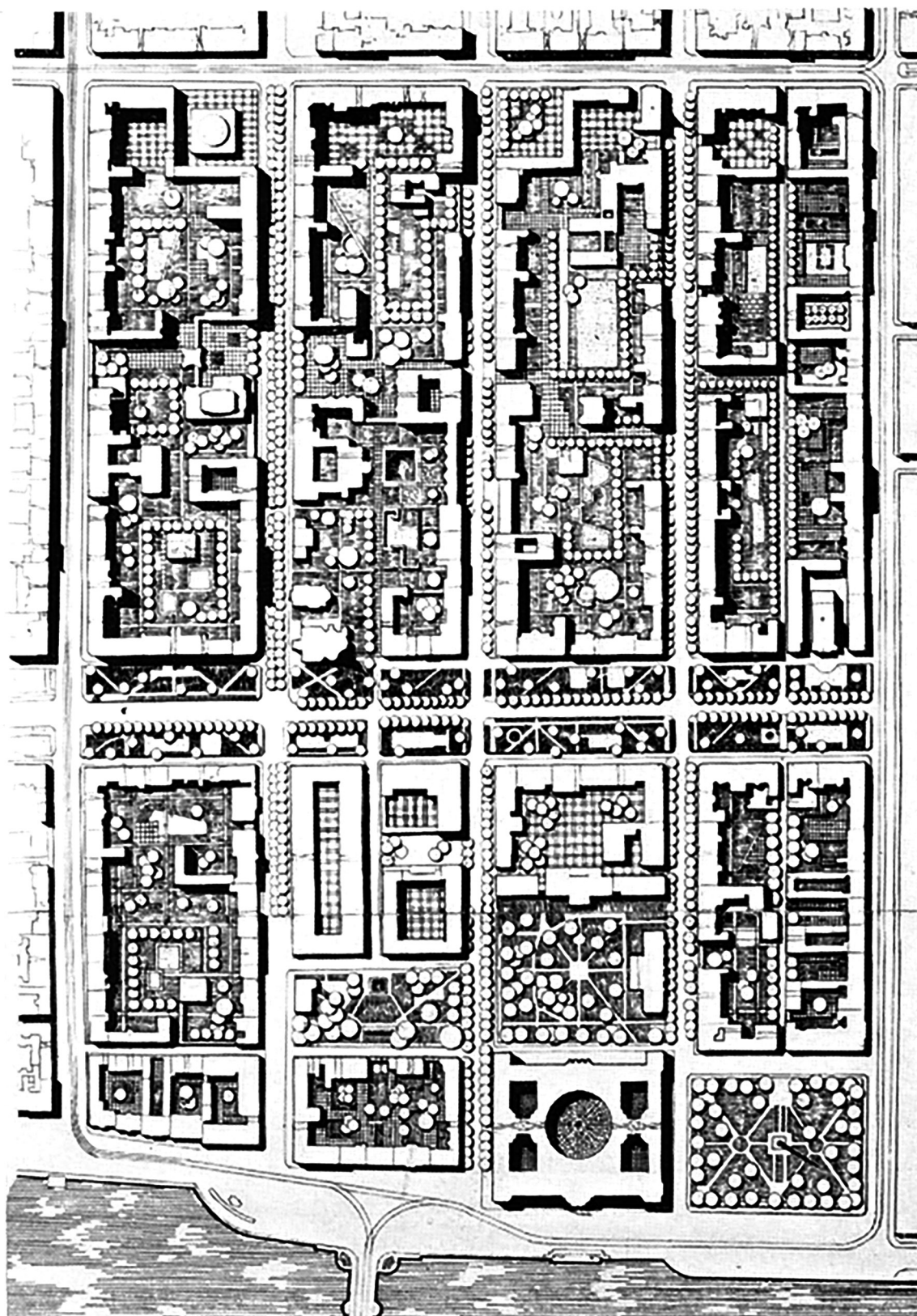


Рис. 6. Проект реконструкции кварталов Васильевского острова (сер. 1970-х гг.)
Fig. 6. The project for the reconstruction of the quarters of Vasilievsky Island (ser. 1970s)

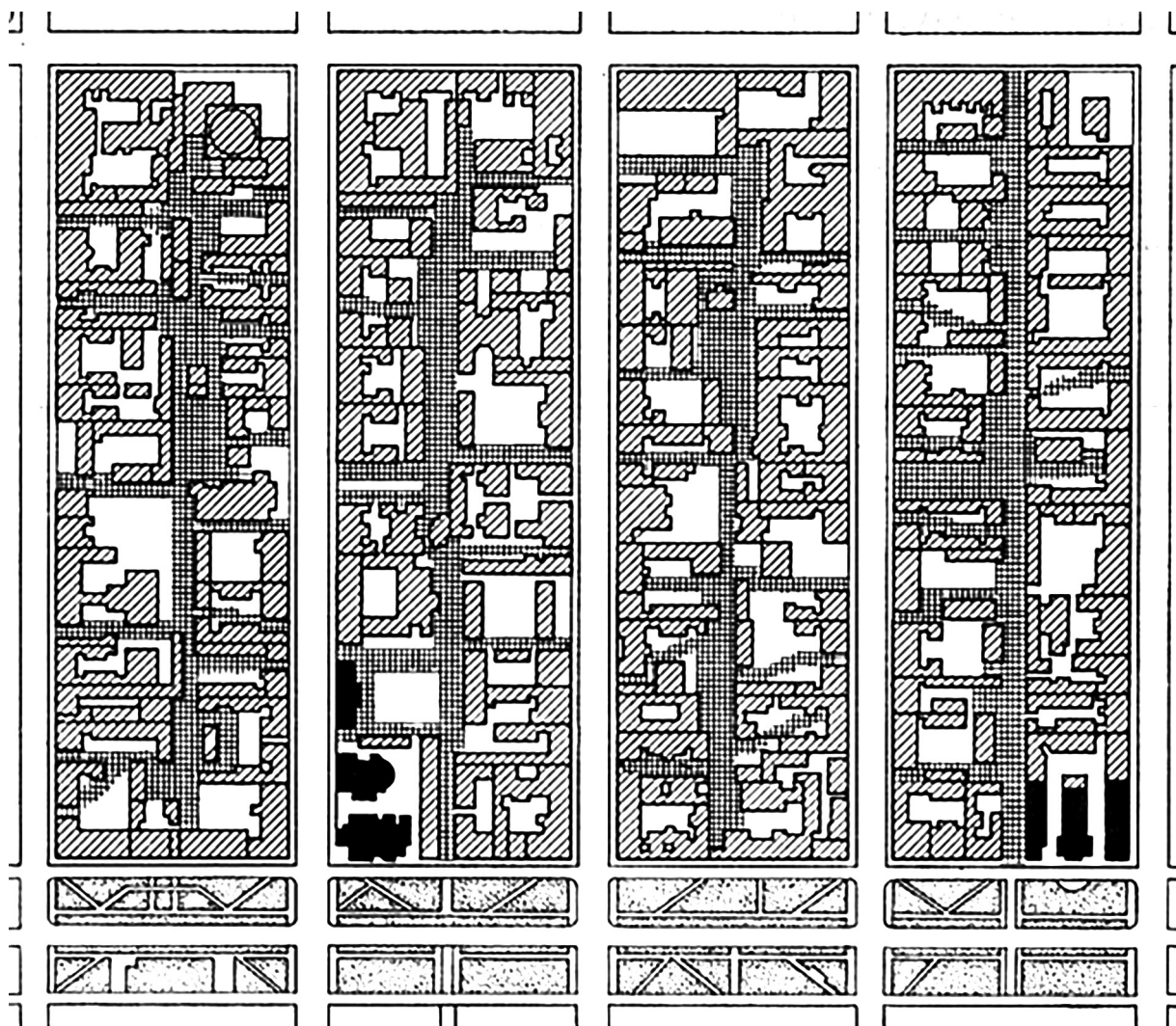


Рис. 7. Проект реконструкции кварталов Васильевского острова (сер. 1980-х гг.)
 Fig. 7. The project for the reconstruction of the quarters of Vasilievsky Island (ser. 1980s)

- анализ поведения людей в центре.

На уровне *центральных районов*:

- анализ сложившейся функциональной, планировочной и транспортной организации центральных районов;
- выявление характера размещения учреждений обслуживания в центральных районах;
- классификация улиц центральных районов;
- анализ транспортной системы реконструируемых районов.

2. На уровне *исторических кварталов* А.В. Махровская определяла задачи их комплексной реконструкции: модернизацию жилого фонда как борьбу с коммунальным расселением, обновление планировки кварталов, упорядочение функционального распределения их территорий, санацию (в случаях необходимости) территорий и помещений, создание полноценной сети культурно-быто-

вых учреждений, организацию мест отдыха и озеленения [4, с. 335]. Она считала, что проектирование реконструкции целесообразно осуществлять не по отдельным кварталам, а применительно к группе кварталов, расположенных в пределах одной межнагистральной территории или по обе стороны магистрали. По ее мнению, при проектировании необходимо исключать транзит через межнагистральные территории [4, с. 337].

При проектировании реконструкции кварталов следовало руководствоваться такими строгими ограничениями, как сохранение сети улиц и маломерного квартала как первичного планировочного элемента исторически сложившихся районов, периметра застройки и внутренней структуры кварталов. По мнению А.В.Махровской, перспективным направлением проектирования являлось сохранение струк-

туры кварталов на основе разноуровневого зонирования дворов [4, с. 339] (см. рис. 4).

К сожалению, многие из этих идей по разным, в основном экономическим, причинам в настоящее время не были реализованы. Пока не удалось заинтересовать потенциальных инвесторов на подобные преобразования даже в таком городе, как современный Санкт-Петербург, а городу подобные затраты зачастую не под силу. Но это вопрос времени, и для увеличения функциональной, туристической и образной привлекательности исторического центра и улучшения условий проживания в нем городским властям и инвесторам придется в процессе реконструкции обратиться к идеям А.В. Махровской.

В заключение следует отметить, что подобная биография А.В. Махровской, фрагменты ее трудов, отзывы ее коллег, анализ результатов ее научно-проектных работ представлены в монографии «Александра Махровская: ученый и градостроитель. Воспоминания друзей и коллег» [3], написанной ее внуком доктором экономических наук Виктором Борисовичем Наумовым и опубликованной в 2014 г. в Санкт-Петербурге в издательстве «Сохраненная культура».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каменский В.А., Наумов А.И. Ленинград. Градостроительные проблемы развития. Л.: Стройиздат, 1973. 359 с.
2. Вайтенс А.Г. Архитекторы-градостроители Петербурга – Ленинграда XX века: творческие пути и судьбы. СПб.: СПбГАСУ, 2021. 256 с.
3. Александра Махровская: ученый и градостроитель. Воспоминания друзей и коллег / автор-сост. В.Б. Наумов. СПб.: Сохраненная культура, 2014. 420 с.

Об авторе:

ВАЙТЕНС Андрей Георгиевич

доктор архитектуры,
профессор кафедры градостроительства,
член Союза архитекторов России, Советник РААСН
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4
E-mail: vaytens@lan.spbgasu.ru

4. Махровская А.В. Реконструкция старых жилых районов крупных городов: на примере Ленинграда. Л.: Стройиздат, 1986. 352 с.

REFERENCES

1. Kamensky V.A., Naumov A.I. *Leningrad. Gradostroitel'nye problemy razvitiya* [Leningrad. Urban development problems]. Leningrad, Stroyizdat, 1973. 359 p.
2. Vaitens A.G. *Arhitektory-gradostroiteli Peterburga – Leningrada XX veka: tvorcheskie puti i sud'by* [Architects-urban planners of St. Petersburg – Leningrad of the XX century: creative paths and destinies]. St. Petersburg, SPbGASU, 2021. 256 p.
3. Naumov V.B. *Aleksandra Mahrovskaja: uchenyj i gradostroitel'. Vospominaniya druzej i kolleg* [Alexandra Makhrovskaya: scientist and urban planner. Memories of friends and colleagues]. St. Petersburg, Preserved culture, 2014. 420 p.
4. Makhrovskaya A.V. *Rekonstrukcija staryh zhilyh rajonov krupnyh gorodov: na primere Leningrada* [Reconstruction of old residential areas of large cities: on the example of Leningrad]. Leningrad, Stroyizdat, 1986. 352 p.

VAYTENS Andrey G.

Doctor of Architecture, Professor
of the Urban Planning Chair
Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg, 2d Krasnoarmeyskaya st., 4
E-mail: vaytens@lan.spbgasu.ru

Для цитирования: Вайтенс А.Г. Идеи и предложения архитектора-градостроителя А.В. Махровской (1917 – 1997) по реконструкции старых жилых районов и кварталов крупных городов // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 95–106. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.14.

For citation: Vaytens A.G. Ideas and proposals of the urban architect A.V. Makhrovskaya (1917–1997) on the reconstruction of old residential areas and quarters of large cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 95–106. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.14.

А. В. СНИТКО

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБРАЗОВ ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

FEATURES OF ARCHITECTURAL IMAGES OF HISTORICAL INDUSTRIAL CITIES OF CENTRAL RUSSIA

Архитектурные образы исторических городов Центральной России у подавляющего большинства населения и профессионального архитектурного сообщества ассоциируются с пространствами Суздаля, Плёса, Ростова, с центрами Владимира, Ярославля, Костромы. Однако рассматриваемый регион нашей страны – это ещё и средоточие населённых пунктов, где на заре индустриальной эпохи – во второй половине XIX века – интенсивно развивалась текстильная и другие виды промышленности. Типологические и архитектурные решения промышленных зданий, пришедшие из Англии, вскоре обрели на русской земле свой неповторимый колорит, сохранив при этом специфику художественного образа. Застройка как промышленных, так и гражданских комплексов (общежитий – рабочих казарм, больниц) с включёнными в неё зданиями школ, народных домов обладала своеобразной общностью архитектурно-композиционных и архитектурно-художественных приёмов и коренным образом отличалась от традиционной мелкомасштабной застройки городов конца XVIII – первой половины XIX столетия. Вновь возникшие в исторических промышленных поселениях планировочные и пространственные принципы их градостроительной организации придавали ещё большей специфичности пространствам этих районов. В статье показаны основные различия и особенности архитектурно-градостроительной организации традиционной и промышленно-селищной застройки поселений региона и, соответственно, их исторических архитектурных образов.

Ключевые слова: исторические промышленные города, промышленно-селищная застройка, кирпичное строительство, планировочная организация, строчная и групповая застройка, архитектурный модуль, архитектурный образ

The architectural images of the historical cities of central Russia are associated by the overwhelming majority of the population and the professional architectural community with the spaces of Suzdal, Ples, Rostov, with the centers of Vladimir, Yaroslavl, Kostroma. However, this region of our country is also a concentration of settlements, where textile and other industries developed intensively at the dawn of the industrial era in the second half of the 19th century. Typological and architectural solutions of industrial buildings that came from England soon acquired their own unique flavor on Russian soil, while preserving the specifics of the artistic image. The construction of both industrial and civil complexes (dormitories – workers' barracks, hospitals) with schools and public houses included in it had a peculiar community of architectural, compositional and architectural and artistic techniques and radically differed from the traditional small-scale urban development of the late XVIII – first half of the XIX century. The newly emerged planning and spatial principles of their urban planning organization in the historical industrial settlements gave even more specificity to the spaces of these areas. The article shows the main differences and features of the architectural and urban planning organization of the traditional and industrial residential development of the settlements of the region and, accordingly, their historical architectural images.

Keywords: historical industrial cities, industrial and residential buildings, red brick construction, planning organization, lowercase and group buildings, architectural module, architectural image

История развития городов в Центральной России насчитывает более 1000 лет. В первую «волну» создания системы городов по территории Северо-Восточной Руси они в основном закладывались и развивались как опорные административные и духовные центры, которым,

впрочем, не чужда была функция военно-стратегических и опорных пунктов. По многу раз апробированной традиции эти небольшие города окружались оборонительными стенами, которые вместе с высотными доминантами храмовых построек главенствовали в панора-

мах восприятия этих городов извне. Внутри же при нерегулярной планировке, относительно высокой плотности застройки, рядовых одно-двухэтажных деревянных строениях формировались «камерные» пространства. В них не было прямых перспектив улиц, регулярных ансамблей; и лишь в некоторых случаях громады белоснежных храмов возвышались как своеобразные территориальные и духовные «маяки». Эту «маяковость» поддерживал и рельеф. Располагаясь, как правило, на приречных возвышенностях, силуэт этих городов усиливался за счёт природной высотной составляющей, а с городских пространств открывались взору далёкие перспективы окружающих город территорий – они составляли неотъемлемую визуальную часть городских панорам.

Вторая «волна» образования городов в центральной части уже в Российской империи произошла во второй половине XVIII столетия (во времена Екатерины Второй), когда была проведена широкая административно-территориальная реформа устройства страны. Здесь, в Центральной России, естественным образом военно-оборонительная функция городов «сошла на нет», а главной стала административная. Эта реформа предначертала смену не только их функционального назначения, но и градостроительного устройства, планировочного каркаса, планировочной ткани. Новые центры губерний и уездов (а последние часто образовывались из сёл и слобод) наряду с древнейшими городами получали впервые за весь период их существования генеральные планы, основанные на совершенно нетрадиционных для русского градостроительства регулярных схемах. Так, полностью утратили свои древнерусские планировки Ярославль, Кострома, Шуя, Рыбинск, Лух. Конечно же, мастера градостроительного искусства того времени очень органично ввели в их новую планировочную структуру многие древние храмы и монастыри, фортификационные постройки (проездные башни и системы валов, со временем заменённые на бульвары). Но сегодня однозначно можно сказать, что планировочная структура многих традиционных исторических городов – это наследие не более чем 250-летней давности. Вслед за планировкой последовала и постепенная замена рядовой застройки. Стали издаваться альбомы типовых фасадов, укрепились требования постановки домов по красной линии, регламентировалась высота строений, композиция фасадов и даже цвет. В городах появились перспективы прямых улиц, а уличные пространства обрели регулярность, правильность линий и плоскостей, их образующих. Узкие линейные уличные пространства контрастировали с открыты-

ми пространствами регулярных площадей, на которых размещались городские доминанты. Этот контраст усиливался большой разницей в высотной составляющей рядовой застройки и главных высотных объектов [1] (рис. 1).

Именно города, получившие новую застройку своих центров в ту эпоху, по тем градостроительным регулятивным закономерностям (конец XVIII – начало XIX века), сегодня в глазах широких масс населения и сформировали «типичный» образ провинциальных исторических городов нашей страны. Он постепенно складывался как набор градостроительных и архитектурно-художественных качеств. Неширокие линейные пространства (улицы) здесь четко ограничены по красной линии мелкомасштабной застройкой (небольшими двух-трехэтажными жилыми и общественными зданиями с длиной по фасадам 8-30 метров, с высотой этажей 3-4 метра, в стиле классицизма или эклектики, преимущественно оштукатуренные и окрашенные в светлые тона), заборами [2]. Здесь есть четкое деление на общественные и частные пространства. Под стать такой планировочной регулярности и благоустройство – прямые тротуары и линейные посадки деревьев. Площади также имеют четко ограниченный периметр – но при том не только планировочный, а и пространственный; они четко «обрамлены» зданиями, которые преимущественно расположены с минимумом разрывов, в основном «сплошной фасадом», высотные же доминанты (а это, как правило, культовые здания) на них занимают в основном островное расположение, что дополнительно акцентирует их главенствование в системе художественных и образных смыслов города. Сомасштабность с человеком пространств рядовой застройки, её классицистическое единство в мелком, фрагментарном разнообразии, логично сочетающиеся с единичными общественно значимыми доминантными пространствами, имеющими крупный масштаб, – суть архитектурной среды традиционных исторических городов региона [3–5].

Для современного общества образ исторических городов как раз связан с городами обозначенного типа [6]. Однако, как показали натурные экспресс-обследования, практически половина городов региона как в своих центральных частях, так и в городских подцентрах имеют совершенно иную архитектурную среду. Это среда третьей «волны» развития городов региона, которые уже можно назвать историческими промышленными городами.

Итак, третья «волна» образования городов была связана с развитием промышленности. Новые технологии, новая организация производства и труда и, как следствие, новое устрой-



Рис. 1. Застройка исторического центра Костромы
Fig. 1. Construction of the historical center of Kostroma

ство общества вызвали к жизни новую архитектуру, новые типы архитектурных комплексов, новые способы организации пространств промышленных поселений, появление новых архитектурных образов.

Процесс административной институализации промышленных городов в регионе растянулся практически на 80 лет. Но процесс формирования их специфической архитектурной среды практически завершился к началу XX столетия. Текстильная фабрика с её огромными для того времени зданиями стала крупным пятном застройки не только в городах, но и в сёлах, деревнях. Она послужила не только градообразующим, но градоформирующим началом для совершенно новых поселений [7, 8].

Машинная текстильная фабрика широко стала распространяться по региону во второй половине XIX века. Вместе с ней начала постепенно возникать и целостная система социального обслуживания трудящихся (общежития – рабочие казармы, больницы, школы, клубы – народные дома, богадельни, парки, спортивные сооружения и т. п.). Долгое время промышленные населенные пункты не получали статус городов. Одним из первых городов, получившим свой статус именно в индустриальную эпоху, стал Павловский Посад (1861 г.), затем – Иваново-Вознесенск (1871 г.), и лишь в феврале 1917 г. – Орехово-Зуево. Остальные промышленные села и посёлки статус городов получили уже после социалистической революции 1917 г.

Исторические промышленные города региона можно четко распределить по характеру их возникновения:

1 тип – это те губернские и уездные города, которые получили интенсивное развитие промышленности либо на окраинах (в новом типе их территорий – промышленных районах), как, например, в Шуе, Костроме или Ногинске, либо за городской чертой (в близрасположенных деревнях или новых промышленно-селитебных образованиях, вошедших позднее в их состав), как, например, в Кинешме, Ярославле, Коврове или том же Ногинске.

2 тип – это бывшие сёла или деревни, на окраинах которых появлялось крупное промышленное предприятие, как, например, в Тейкове, Вичуге, Юже, Серее (ныне г. Фурманов), Раменском, Куровском и др.

3 тип – это совершенно новые поселения, основанные «в чистом поле», как, например, Собинка, Камешково, Кольчугино.

Новые функционально целостные промышленно-селитебные образования ядром своей как функциональной, так и архитектурно-пространственной структуры имели промышленные предприятия.

Их застройка формировалась зданиями нового (на тот период времени) типа, отличающимися даже от крупных общественных зданий городов. Это были куда более крупные строения. Три, четыре, а иногда и пять этажей высотой, каждый из которых по

4,5–5,5 метра, длиной до 100, а иногда и до 250 метров – такие габариты объёмной массы фабричных корпусов были сопоставимы только с крупностью доходных домов Санкт-Петербурга. В провинции даже общественные здания строились двухэтажными. Трёхэтажные постройки были редкостью. И, как правило, таких фабричных корпусов в комплексе было два-три, а на крупных предприятиях (как, например, на Никольской мануфактуре Морозовых в нынешнем Орехово-Зуеве) их число превышало 10 (рис. 2).

Особенно ярко такой контраст ощущался в сёлах и деревнях, где эти гиганты смотрелись по сравнению с одноэтажной деревянной крестьянской застройкой просто какими-то «сюр-

реалистическими монстрами» постоянно «извергающими из своего чрева» пар, дым и стук работающих станков (рис. 3).

Но как было сказано выше, фабричные комплексы быстро обрастали зданиями жилищной сферы [9]. И это были не только малоэтажные деревянные постройки, но и крупные, подобно фабричным, многоэтажные общежития – так называемые «рабочие казармы». Также трех-четырёхэтажные, также протяженные – эти жилые здания явно отличались от рядовых жилых построек традиционных городов своей крупностью [10] (рис. 4).

Но не только габариты зданий были непривычными для того времени. Модуль фасадов фабричных корпусов с большими окна-

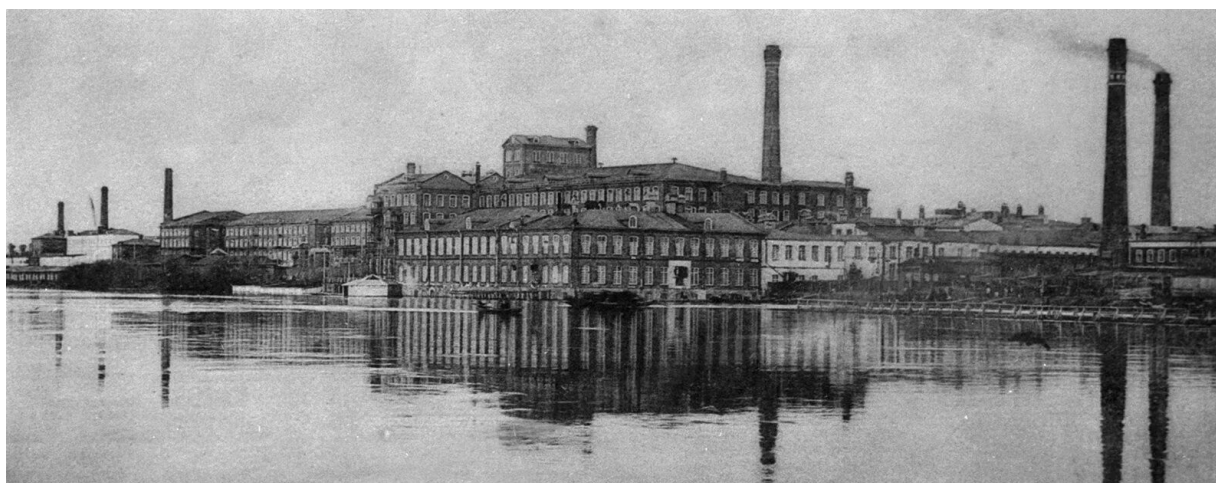


Рис. 2. Орехово-Зуево. Мануфактура Морозовых на берегу Клязьмы
Fig. 2. Orekhovo-Zuyevo. The Morozov manufactory on the banks of the Klyazma River



Рис. 3. Село Родники Ивановской области (ныне город).
Мануфактура Красильщиковых. Вид с фабричного озера
Fig. 3. The village of Rodniki in the Ivanovo region (now a city).
The Dyer's manufactory. View from the factory lake

ми – шириной 2-3 метра, высотой 3-4 метра, становящееся всё чётче к рубежу XIX-XX веков преобладание ширины окна над простенком (и как следствие – площади стекла над площадью конструктивного материала) поддерживали впечатление крупности и мощи новых комплексов как отражений нового способа производства и нового устройства жизни.

Архитектурно-художественная составляющая тоже была относительно нова: здания фабрик строились по английской традиции из красного лицевого кирпича и не белились (как это часто практиковалось в дореформенной России). Громады многоэтажных зданий получали тёмный цвет, что также формировало специфический не только архитектурно-ком-

позиционный, но и цветовой облик промышленно-селитебной застройки [11] (рис. 5).

Но не менее важной составной частью специфического образа стала и пространственно-планировочная организация рассматриваемых районов [12].

В отличие от четко регламентированных приёмов размещения зданий по отношению к красным линиям в традиционных исторических городах, в промышленных поселениях отсутствие таковых вызвало к жизни возникновение новых типов планировок как промышленных, так и жилых комплексов. И если на фабриках эволюция проходила под трендом уплотнения, соединения отдельных корпусов вместе путем переходов и вставок в своеобразную «ковровую» застройку и даже



Рис. 4. Кохма Ивановской области.

Рабочие казармы с театром мануфактуры Ямановских

Fig. 4. Kohma of the Ivanovo region. Workers' barracks with the Yamanovsky Manufactory theater

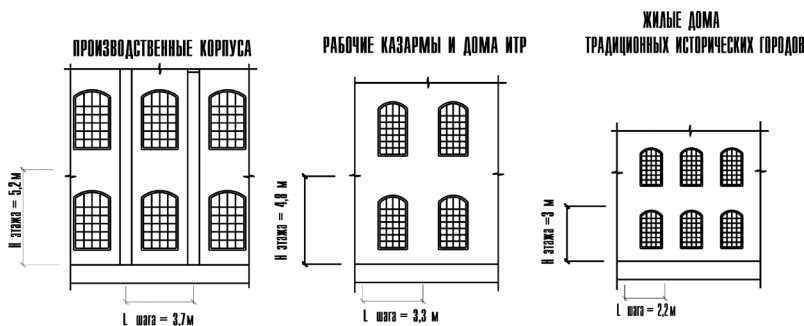


Рис. 5. Сравнение модулей фасадов зданий исторической промышленно-селитебной застройки и застройки традиционных исторических городов

Fig. 5. Comparison of building facade modules of historical industrial and residential buildings and buildings of traditional historical cities

формирования дворов-колодцев (по аналогии с петербургскими дворами-колодцами многоэтажных жилых зданий), то в жилой застройке постепенно выкристаллизовывались те планировочные приёмы, которые опередили на более чем полвека теоретические разработки апологетов современной архитектуры.

Ещё в третьей четверти XIX столетия в архитектурных комплексах рабочих казарм были реализованы принципы свободной застройки жилых территорий по типу современных микрорайонов – строчная, групповая (рис. 6).

Их типовые здания (линейные, Т-, Н-образные в плане) располагались среди озеленённых пространств, образуя общественные, свободные для доступа дворы без заборов. Такая планиро-



Рис. 6. Ярославль. Комплекс рабочих казарм – строчная застройка вдоль улицы, ведущей к Ярославской большой мануфактуре [13]

Fig. 6. Yaroslavl. The workers' barracks complex is a low-rise building along the street leading to the Yaroslavl Large Manufactory [13]



Рис. 7. Карабаново Владимирской области. Комплекс рабочих казарм фабрики Барановых (выделены красным цветом)

Fig. 7. Karabanovo, Vladimir region. The complex of workers' barracks of the Baranov factory (highlighted in red)

вочная структура обеспечивала и своеобразный образ универсального всепроникающего пространства, общего и равнозначного для всех проживающих на этой территории (рис. 7).

Решённые в аналогичной фабричной художественной манере (из красного кирпича, с крупным модулем фасадов) они вместе с архитектурными комплексами предприятий представляли собой единое образное целое, которое принципиально отличалось от городской застройки губернских и уездных центров.

Вместе с тем, это был не единственный тип жилой застройки промышленных поселений. Другой – явно малоэтажный, в основном из деревянных материалов, выполненный по типовым проектам и предназначенный либо для рабочих семей (небольшие дома по типу деревенских изб), либо для высококвалифицированных сотрудников – инженеров, врачей, управляющих и т. п. (одно-двухэтажные коттеджи на одну или две семьи) [14]. Последние часто располагались с отступом от красной линии застройки, с обильным озеленением придомовой территории, в том числе стыковой зоны между домом и тротуаром. Каждый из таких домов имел свой приусадебный участок, а фронт красной линии улицы редко формировался фасадами домов (всё больше легкими ограждениями), что уже само по себе являлось предвестником теоретической модели организации жилых кварталов городов-садов (рис. 8).

Специфический образ исторического промышленного поселения ощущается и при его восприятии извне, с дальних перспектив. Его своеобразный силуэт формируется трубами, водонапорными башнями, другим технологическим оборудованием [15]. Привычные для



Рис. 8. Ногинск Московской области. Коттеджи в квартале ИТР

Богородско-Глуховской мануфактуры
Fig. 8. Noginsk, Moscow region. Cottages in the ITR quarter Bogorodsko-Glukhovskaya manufactory

исторического русского города доминанты в виде храмов и колоколен уже не являются солирующими над рядовой малоэтажной за-

стройкой, а получают роль если не второго порядка, то по крайней мере находящегося наравне с промышленными объектами (рис. 9, 10).



Рис. 9. Село Глухово. Богородско-Глуховская мануфактура.
Ныне г. Ногинск Московской области
Fig. 9. Glukhovo village. Bogorodsko-Glukhovskaya manufactory.
Now the city of Noginsk, Moscow region



Рис. 10. Село Тезино, ныне г. Вичуга Ивановской области.
Застройка вокруг фабрики Разорёновых и Кокоревых
Fig. 10. The village of Tezino, now Vichuga, Ivanovo region.
Construction around the Razorenov and Kokorev factories

Выводы. Архитектурные образы исторических промышленных городов Центральной России специфичны, отличаются от образов «традиционных» исторических городов (Владимира, Суздаля, Ростова, Костромы и др.). Конечно же, они обусловлены совершенно иными принципами организации архитектурно-про-

странственной среды промышленно-селитебной застройки. Если для центральных частей традиционных исторических городов характерны уличные или площадные пространства, сформированные периметральной мелкомаштабной застройкой в классицистических традициях (классицизм, эклектика), с доминиру-

ванием изящных силуэтов храмов и колоколен, с четко сформулированными регулярными ансамблями, то районы застройки промышленных предприятий и объектов их социальной инфраструктуры ядром своей среды имеют крупные по габаритам и по архитектурному масштабу здания, преимущественно с краснокирпичным решением фасадов, сформированные в целостные комплексы с утилитарно сложившейся планировкой, открытыми пространствами со свободной застройкой, с доминантами технологических объемов, «отрицающие» красные линии и регулярность, а окружением этих ядер служат целостные озеленённые массивы индивидуальных домов и коттеджей.

Нельзя не отметить того факта, что и крупные традиционные исторические города, получившие промышленное развитие на рубеже XIX–XX веков, тоже имеют на своей территории районы исторической промышленно-селитебной застройки со своим специфическим обликом. Конечно же, расположение таких районов на городской периферии не смогло оказать влияния на трансформацию образа таких городов, их архитектурный образ по-прежнему формируется центральными историческими кварталами. Но архитектурный образ их исторических промышленных районов иной; эти города удачно получили богатое разнообразие исторической архитектурной среды, которое ещё предстоит осознать.

А для многих малых исторических промышленных городов, несмотря на присутствие в них кварталов и доминант традиционной доиндустриальной застройки, всё-таки превалируют художественные образы, сформированные пространствами и комплексами исторической промышленно-селитебной застройки.

Сейчас, с приходом осознания ценности и качества индустриального архитектурного наследия, в городах региона всё активнее начинает проявляться новая художественная тема, связанная с раскрытием художественного образа исторической промышленно-селитебной застройки. Она, несомненно, добавит красок в палитру архитектурной идентичности исторических городов Центральной России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кириченко Е.И., Нащокина М.В. Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. М.: Прогресс-Традиция, 2001. 340 с.

2. Юдина А. В. Архитектурный облик городов Центральной России в аспекте геометрических форм // Ярославский педагогический вестник. 2015. № 4. С. 354–360.

3. Глазычев В. Л., Гутнов А.Э. Мир архитектуры: Лицо города. М.: Молодая гвардия, 1990. 352 с.

4. Лисицына А.В. Малые и средние города Нижегородского Поволжья: в поисках утраченной гармонии. Часть 1 // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 106–114. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.14.

5. Лисицына А.В. Малые и средние города Нижегородского Поволжья: в поисках утраченной гармонии. Часть 2 // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 2. С. 75–83. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.11.

6. Лисицына А. В. Композиционные характеристики историко-архитектурной среды (на примере города Кинешмы) // Великие реки – 2013: Труды конгресса 15-го Международного научно-промышленного форума: в 3 т. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2014. С. 100–103.

7. Кириченко Е.И. Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. Книга вторая. М.: Прогресс-Традиция, 2003. 560 с.

8. Самогоров В.А. Архитектура рабочего поселка Куйбышевского металлургического завода в 1950-е годы // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 172–181. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.21.

9. Балдин К. Е. Социально-культурная инфраструктура индустриальных поселков Владимирской и Костромской губерний // Городские исследования и практики. Т. 6. № 1. С. 23–36. DOI: 10.17323/usp61202123-36.

10. Черкасов Г. Н. Промышленность – селитьба: эволюция градостроительных представлений // Известия вузов. Строительство. 1995. № 3. С. 102–111.

11. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Ивановская область: в 3 ч. Ч. 1. М.: Наука, 1998. 524 с.

12. Кудрявцева Т. П. Пространственная композиция Иваново-Вознесенска в конце XIX в. // Архитектурное наследство. 1984. Вып. 32. С. 73–79.

13. Ярославская большая мануфактура: страницы истории комбината «Красный Перекоп». Фотоальбом. Ярославль: Нюанс, 2007. 221 с.

14. Степанов А. В. Села Южа и Бонячки: фабричный моногородок в поздней имперской России // Городские исследования и практики. Т. 6. № 1. С. 37–49. DOI: 10.17323/usp61202137-49.

15. Голубев Н.А. Фабричная труба как прописная буква ивановского текста. Взаимодействие ландшафтов // Вестник Костромского государственного университета. 2013. № 3. С. 113–115.

REFERENCES

1. Kirichenko E.I., Nashchokina M.V. *Russkoe gradostroitel'noe iskusstvo. Gradostroitel'stvo Rossii serediny XIX – nachala XX veka* [Russian urban planning art. Urban planning of Russia in the middle of the XIX – early XX century]. Moscow, Progress-Tradition, 2001. 340 p.

2. Yudina A.V. The architectural appearance of the cities of Central Russia in the aspect of geometric forms. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], 2015, no. 4, pp. 354–360. (in Russian)
3. Glazychev V. L., Gutnov A.E. *Mir arhitektury: Lico goroda* [The world of architecture: The face of the city]. Moscow, The Young Guard, 1990. 352 p.
4. Lisitsyna A.V. Small and medium towns of Nizhegorodskoe Povolzhie Region: in search of the lost harmony. Part 1. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 106–114. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.14
5. Lisitsyna A.V. Small and medium towns of Nizhegorodskoe Povolzhie region: in search of the lost harmony. Part 2. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 75–83. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.11
6. Lisitsyna A.V. Compositional characteristics of the historical and architectural environment (on the example of the city of Kineshma). *Velikie reki – 2013. Trudy kongressa 15-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma. V 3-h tomah*. [Great Rivers – 2013. Proceedings of the Congress of the 15th International Scientific and Industrial Forum. In 3 volumes]. Nizhniy Novgorod, NNGASU, 2014, pp. 100–103. (In Russian).
7. Kirichenko E.I. *Russkoe gradostroitel'noe iskusstvo. Gradostroitel'stvo Rossii serediny XIX – nachala XX veka. Kniga vtoraya* [Russian urban planning art. Urban planning of Russia in the middle of the XIX – early XX century. Book Two]. Moscow, Progress-Tradition, 2003. 560 p.
8. Samogorov V.A. Architecture of the Workers' Settlement of the Kuibyshev Metallurgical Plant in the 1950s. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 172–181. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.21
9. Baldin K. E. Socio-cultural infrastructure of industrial settlements of the Vladimir and Kostroma provinces. *Gorodskie issledovaniya i praktiki* [Urban research and practice], vol. 6, no. 1, pp. 23–36. (in Russian) DOI: 10.17323/usp61202123-36
10. Cherkasov G.N. Industry – settlement: the evolution of urban planning concepts. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo* [News of universities. Construction], 1995, no. 3, pp. 102–111. (in Russian)
11. *Svod pamyatnikov arhitektury i monumental'nogo iskusstva Rossii. Ivanovskaya oblast': v 3 ch. Ch. 1*. [A set of monuments of architecture and monumental art of Russia. Ivanova region: at 3 a.m. p.m. 1]. Moscow, Nauka, 1998. 524 p.
12. Kudryavtseva T. P. Spatial composition of Ivanovo-Voznesensk at the end of the XIX century. *Arhitekturnoe nasledstvo* [Architectural heritage], 1984, iss. 32, pp. 73–79. (in Russian)
13. *Yaroslavskaya bol'shaya manufaktura: stranicy istorii kombinata «Kras-nyj Perekop»*. Fotoal'bom [Yaroslavl Big Manufactory: pages of the history of the Krasny Perekop Combine. A photo album]. Yaroslavl, Nuance, 2007. 221 p.
14. Stepanov A.V. The villages of Yuzha and Bon-yachki: a factory single-industry town in late Imperial Russia. *Gorodskie issledovaniya i praktiki* [Urban research and practice]. vol. 6, no. 1, pp. 37–49. (in Russian) DOI: 10.17323/usp61202137-49
15. Golubev N.A. Factory pipe as the capital letter of the Ivanovo text. Interaction of landscapes. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State University], 2013, no. 3, pp. 113–115. (in Russian)

Об авторе:

СНИТКО Александр Владимирович

доктор архитектуры, доцент,
профессор кафедры архитектуры и урбанистики
Ивановский государственный политехнический
университет
153000, Россия, г. Иваново, Шереметевский пр., 21
E-mail: snitko-av@mail.ru

SNITKO Aleksandr V.

Doctor of Architecture, Associate Professor,
Professor of the Architecture and Urban Studies Chair
Ivanovo State Polytechnic University
153000, Russia, Ivanovo, Sheremetevsky pr., 21
E-mail: snitko-av@mail.ru

Для цитирования: Снитко А.В. Особенности архитектурных образов исторических промышленных городов Центральной России // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 107–115. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.15.

For citation: Snitko A.V. Features of architectural images of historical industrial cities of Central Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 107–115. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.15.

О. С. СУББОТИН

ЛАНДШАФТНЫЙ УРБАНИЗМ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ: ЭВОЛЮЦИЯ И НОВЫЕ РЕАЛЬНОСТИ

LANDSCAPE URBANISM AND SPATIAL ENVIRONMENT ORGANIZATION:
EVOLUTION AND NEW REALITIES

Анализируется своеобразие ландшафтного урбанизма на примере поселений Кубани с точки зрения организации пространственной среды, имеющей свой естественный или антропогенный характер. Приведены образцы исторического ландшафта, формирующие субъективное понимание культурного пространства определенного периода. Акцентировано внимание на комплексном подходе в ландшафтном проектировании, охватывающем различные классические приемы. Обозначены основные аспекты зрительного восприятия современной городской среды в контексте ландшафтного урбанизма. Выделены отдельные проблемы, касающиеся ландшафтного проектирования в практическом формате перспективного развития пространственной городской среды. Раскрыты принципиальные архитектурные и дизайнерские решения, направленные на экоустойчивость общественных пространств в современных реалиях ландшафтного урбанизма.

Ключевые слова: ландшафтный урбанизм, формирование, композиция, потенциал, ценность, среда жизнедеятельности, общественное пространство, архитектурное наследие, структура, застройка, комфорт

Введение. Мировоззренческие установки сегодняшнего времени приводят к необходимости рассматривать вопросы, касающиеся ландшафтного урбанизма, а также организации отдельного, обособленного пространства и в конечном итоге городского района с точки зрения визуального восприятия на всех исторических периодах развития. Одновременно необходим новый подход в контексте разработки стратегии архитектурно-градостроительного развития населенных пунктов, реагирующий на существенные изменения, возникающие в процессе ландшафтного проектирования. Во многом это касается экологической ситуации поселений, в частности использования невозобновляемых ресурсов, негативно воздействующих на природное окружение. Поэтому в настоящее время проблемы интеграции ландшафтного урбанизма в пространственную структуру города носят актуальный характер. В связи с этим тема на-

The author analyzes the uniqueness of landscape urbanism on the example of Kuban settlements from the point of view of the organization of the spatial environment, which has its own natural or anthropogenic character. The samples of the historical landscape are presented, forming a subjective understanding of the cultural space of a certain period. Attention is focused on an integrated approach in landscape design, covering various classical techniques. The main aspects of visual perception of the modern urban environment in the context of landscape urbanism are outlined. Separate problems related to landscape design in the practical format of long-term development of the spatial urban environment are highlighted. The fundamental architectural and design solutions aimed at environmental sustainability of public spaces in the modern realities of landscape urbanism are revealed.

Keywords: landscape urbanism, formation, composition, potential, value, living environment, public space, architectural heritage, structure, building, comfort

учного исследования обусловлена значимостью не только сохранения природного богатства, но и создания комфортных условий для среды жизнедеятельности.

Теоретической основой данного исследования послужили научные работы региональных ученых, посвященные различным аспектам ландшафтного урбанизма в гармоничном построении городской среды, общественных пространств, а именно: Е.А. Ахмедовой [1], Т.В. Вавилонской [2], А.Л. Гельфонд [3], Т.В. Караковой [4], Е.В. Кайдаловой [5], В.А. Нефедова [6].

Объектом исследования является ландшафтный урбанизм и пространственная городская среда, функции которых заключаются в формировании экологической устойчивости природно-территориального комплекса.

Предмет исследования – комплексный подход в исследовании ландшафтного урбанизма на конкретной городской территории с учетом исторических и современных реалий.

Цель исследования состоит в обосновании региональных особенностей ландшафтного урбанизма поселений Краснодарского края, а также в организации городских пространств на основе единого сценария.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи исследования:

- обобщить и провести анализ данных о ландшафтном урбанизме поселений Краснодарского края;
- выделить основные проблемы, касающиеся ландшафтного урбанизма и организации пространственной среды;
- выявить ключевые подходы в организации пространственной городской среды с позиции ландшафтного урбанизма;
- провести анализ и определить специфику визуального восприятия природной и антропогенной среды.

Методологическая база исследования включает в себя следующие методы: комплексный, исторический, эмпирический, системный, сравнительный анализ, построение концептуальных моделей, эколого-ландшафтный подход с целью оценки ландшафтного урбанизма и пространственной организации среды.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- дано обоснованное авторское понятие «ландшафтный урбанизм» и «пространственная среда» с точки зрения природных и антропогенных аспектов;
- комплексно представлен ландшафтный урбанизм поселений Краснодарского края в контексте устойчивого развития.

Историческая и современная пространственная композиция городского ландшафта. Самобытность регионального зодчества, отличающегося как своей пластической выразительностью без излишней вычурности в творческих произведениях народных мастеров, так и новаторскими оригинальными решениями, экономичностью, изысканной простотой отдельных форм в более современном стиле, – является национальной гордостью архитектуры Северного Кавказа, в том числе Кубани. Одновременно исторический культурный ландшафт во взаимосвязи с объектами архитектурного наследия является фундаментальной основой и важнейшим потенциалом в практике организации комфортной среды поселений. При этом «на специфические особенности эволюции поселения оказывают влияние природно-климатические условия» [7, с. 22] и историческое образование ландшафта.

Природный и искусственно созданный ландшафт – сложная территориальная система геокультурного пространства Кубани, испытывавшая немало превратностей на своем эволюционном пути развития, содержит богатую информацию об уникальном историческом процессе становления и формирования среды жизнедеятельности поселений. Следовательно, перед нами стоит актуальная задача сохранить, восстановить и преумножить культурный ландшафт, природное и архитектурное наследие как материальную и духовную ценность, обеспечить преемственность исторической памяти, бережно передаваемой из поколения в поколение (рис. 1–3).

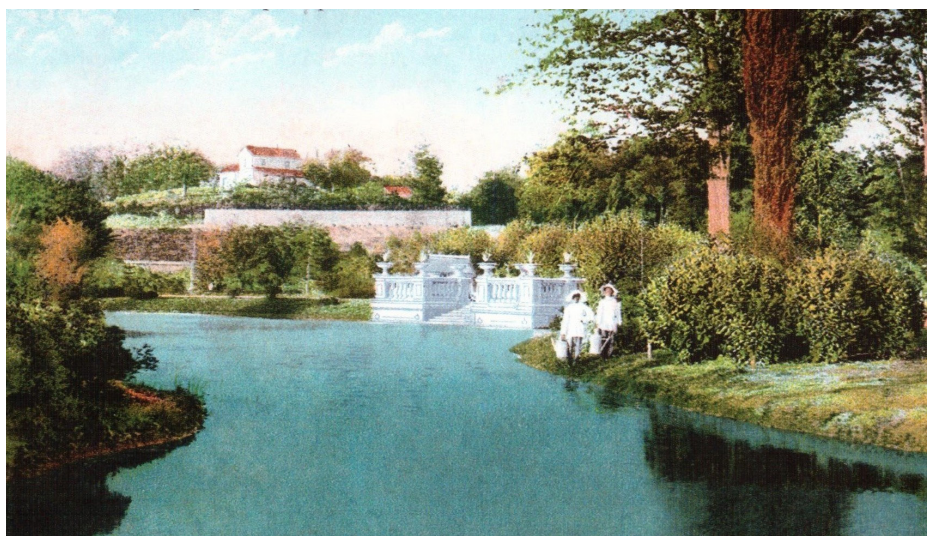


Рис. 1. Кавказ. Адлер. Парк Грачевского. Изд-во братьев Борисовых.

Новороссийск. Почтовая открытка. 1925 г. [8, с. 114]

Fig. 1. The Caucasus. Adler. Grachevsky Park. Publishing house of the Borisov brothers. Novorossiysk. A postcard. 1925 [8, p. 114]



Рис. 2. Сочи. Вид дачи «Эйрене». Изд-во Акц. Об-во Гранберг в Стокгольме.

Почтовая открытка нач. XX в. [9, с. 55]

Fig. 2. Sochi. View of the cottage «Eirene». Ed. Acc. Granberg University in Stockholm.

Postcard of the beginning of the twentieth century [9, p. 55]



Рис. 3. Туапсе. Городской сад. Начало XX в. [10, с. 21]

Fig. 3. Tuapse. City garden. The beginning of the XX century [10, p. 21]



Рис. 4. Екатеринодар. Сквер и памятник императрице Екатерине Второй. Изд-во

книжного магазина Я.В. Ступичкина. Почтовая открытка нач. XX в. [11, с. 14]

Fig. 4. Yekaterinodar. The square and the monument to Empress Catherine II. Publishing house of the bookstore of Y.V. Stupichkin. Postcard of the beginning of the twentieth century [11, p. 14]

Вместе с тем, рассматривая вопросы взаимоотношения человека и природы, правомерно раскрытие понятий, представленных терминами «ландшафтный урбанизм» и «пространственная среда» в научном исследовании с авторской точки зрения.

Ландшафтный урбанизм – городская территория с идентичными природными условиями и экологическими ценностями, влияющими на качество среды жизнедеятельности. В большей степени – динамическая территориальная система в зависимости от определенных масштабов преобразования. Одним из основных правил при формировании ландшафтного урбанизма является четко выстроенная архитектурно-пространственная композиция. В современных реалиях также особенно важно сохранить как природные памятники, так и историко-культурное наследие.

Пространственная среда – организованное коммуникативное и в равной мере социальное пространство для комфортного пребывания людей в соответствии с историческими и культурными традициями. Одновременно это также жизненная субстанция в определенных границах, обусловленная органическим единством отдельных частей.

В современных условиях инновационного развития ландшафтного урбанизма «ведется активный поиск новых художественных средств, формируется новая эстетика ландшафтного ур-

банизма и дизайна» [12, с. 24]. В этом отношении важную роль играет взаимосвязанная целостная система озеленения жилых и общественных пространств, являющихся визуальными акцентами в городской среде. Наряду с этим необходимо отметить комплексный подход при ландшафтном проектировании городской среды, включающий различные приемы (рис. 5).

Эколого-ландшафтный подход – способ, постоянно регулирующий и предусматривающий сохранение и равновесие экологической системы, окружающего пространства в контексте рационального размораживания по отношению друг к другу природных компонентов и различных категорий культурного ландшафта с целью гармоничного построения внешнего облика.

Структурно-функциональный подход – традиционный подход к изучению взаимосвязанности функции и структуры в исторически сложившейся географической оболочке, представляющий собой неразрывное целое в рамках территориальной организованности, локальной устойчивости с точки зрения природных и антропогенных процессов эволюционного развития, а также положительной корреляции с морфологической структурой ландшафта.

Художественно-эстетический подход – творческий, комплексный подход в целях создания композиционного ландшафтного пространства, органически соединяющий в себе

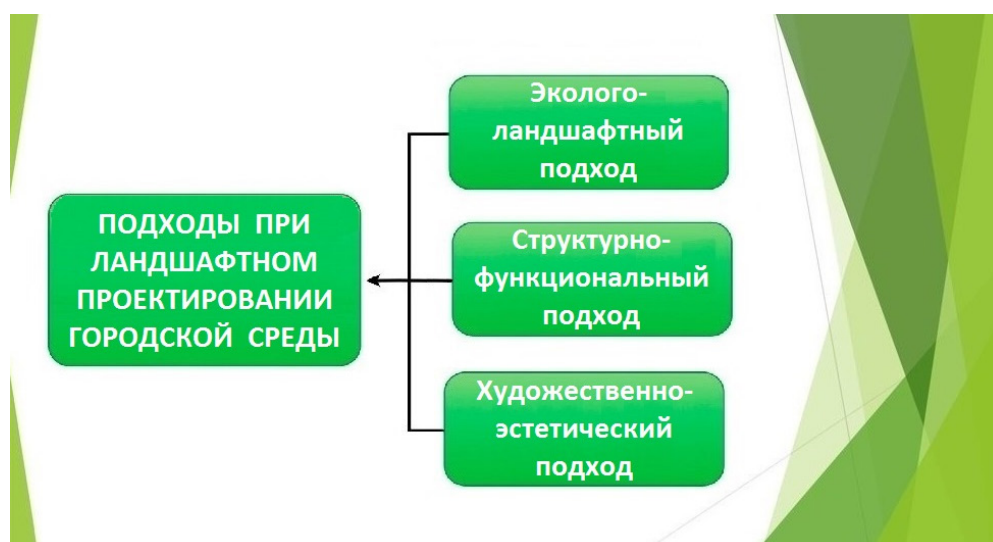


Рис. 5. Комплексный подход при ландшафтном проектировании городской среды
Fig. 5. An integrated approach to the landscape design of the urban environment

архитектурные и дизайнерские решения, а также художественные и эстетические ценности национальной культуры по упорядочиванию городской среды, гармонизации многообразных элементов ландшафта, установлению оригинального классического соотношения, а также сочетания частей и целого.

Аспекты зрительного восприятия пространственной среды. Следует отметить, что эмоциональное восприятие пространственной городской среды определяется процессами построения эстетически благоустроенного пространства во взаимосвязи с материальными и историко-культурными ценностями, а также с духовными и нравственными желаниями как отдельного социума, так и общества в целом. Современные концепции преобразования пространственной среды отмечены «качественным изменением образа жизни человека» [13, с. 76]. Данные постулаты прежде всего направлены на интеграцию ландшафтного урбанизма в сложившуюся ткань городской застройки, напрямую зависят от композиционных приемов и используемых инструментов архитектурно-художественной выразительности на определенных уровнях масштабно-пространственной организации различных территорий.

В первую очередь для более подробного анализа актуальных вопросов, касающихся зрительного восприятия пространственной среды с точки зрения ее художественно-эстетического осмысления, необходимо детально охарактеризовать каждый ее уровень и выделить установленные концепции объективной значимости отдельно взятой ступени указанного уровня, согласно представленной иерархической структуры:

- объектами концептуального моделирования ландшафтного урбанизма на микроуровне являются интегральные фрагменты пространственной городской среды, имеющие небольшие размеры;

- объектами концептуального моделирования ландшафтного урбанизма на мезоуровне выступают отдельные городские пространства различного функционального назначения, включающие в себя данные фрагменты;

- объектами концептуального моделирования ландшафтного урбанизма на макроуровне выступает совершенная композиционно-упорядоченная организация городского пространства большой площади;

- объектами концептуального моделирования ландшафтного урбанизма на мегауровне выступает целостное планировочное образование в установленных территориальных границах, ориентированное на комплексное и устойчивое жизнеобеспечение.

На каждом пространственном уровне зрительного восприятия ландшафтного урбаниз-

ма, включающем в себя «системный и сравнительный анализы» [14, с. 85], большую роль играет предметное окружение, которое отличается по своим свойствам, материалам, характеру наполнения: вариативности, насыщенности, контрастности и т. п. Наглядным примером могут служить отдельные концептуальные решения ландшафтного урбанизма, «целенаправленно созданные (рукотворные)» [15, с. 84] в городской среде Краснодара (см. таблицу).

Важное значение при оценке зрительного восприятия пространственной среды в контексте ландшафтного урбанизма отводится следующему:

- хронологическому аспекту, раскрывающему эволюцию развития композиционного решения пространственной городской среды под влиянием определенных факторов;

- объемно-планировочному аспекту, гармоничному соотношению формы и планировочного решения с целью создания единой, полноценной композиции пространственной городской среды;

- художественно-эстетическому аспекту – исследование с учетом логичных корреляций общей пространственной структуры городской среды, а также оригинальных выразительных форм;

- территориально-пространственному аспекту – рациональному, пространственному расположению проектируемого объекта в природной и антропогенной среде поселения;

- вариативному аспекту, представляющему собой различные изменения при выполнении композиционными инструментами (масштабность, тектоника и т. п.) гармонического единства пространственной среды.

Вместе с тем в процессе проектирования «как правило возникают проблемы» [16, с. 90], касающиеся ландшафтного урбанизма, наиболее кардинальными из которых являются:

- установление взаимной гармонии и характерной устойчивости между искусственными и природными элементами пространственной среды поселений;

- претворение в жизнь новаторских концепций ландшафтного урбанизма в контексте изучения и последующей трансформации распространенных представлений о данном процессе;

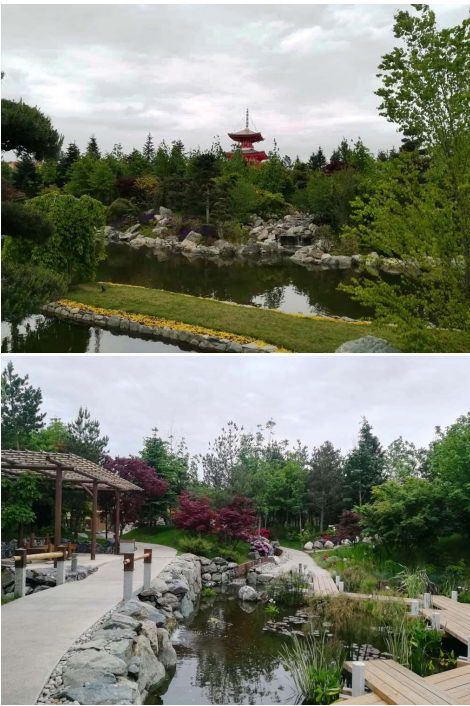
- необходимость создания максимально практичного функционального зонирования с различными вариантами их использования инструментами ландшафтной архитектуры;

- формирование визуального восприятия пространственных, взаимосвязанных компонентов культурного ландшафта, раскрывающих общую концепцию архитектурно-художественного замысла.

Концептуальные решения ландшафтного урбанизма в городской среде Краснодара
Conceptual solutions of landscape urbanism in the urban environment of Krasnodar

Наименование объекта. Местонахождение. Хронологический обзор	Фотофиксация объемно-пространственного решения объекта (фото автора)	Композиционные особенности пространства
Сквер им. Георгия Жукова. Улицы Красная, Гимназическая, Красноармейская, Ленина. Сквер разбит в 1932 г. До обозначенной даты здесь размещалась Соборная площадь с расположенным на ней Александро-Невским собором (разрушен)		Композиционная организация пространства выполнена с учетом социально-ориентированной структуры сквера, комфортных условий для отдыха и тематических культурных мероприятий. На территории сквера расположены: мемориальная арка «Ими гордится Кубань», бюст Г.К. Жукова, часовня св. Александра Невского, светомузыкальный фонтан
Бульвар на ул. Красной («Ростовский (Шевченковский) бульвар»). Время формирования объекта – 1890-е – 1960-е гг. Является объектом культурного наследия (достопримечательного места) регионального значения в соответствии с решением городской Думы № 8-КН от 20.01.2021 г.		Ландшафтный урбанизм направлен на сохранение природного потенциала в контексте экологической системы. На территории бульвара созданы комфортные условия для прогулок, проложены пешеходные маршруты. Комплексная композиция, охватывающая отдельные расположенные объекты, со своим культурным своеобразием формирует неразрывный архитектурный облик бульвара

Продолжение табл.
Continuation of table

Наименование объекта. Местонахождение. Хронологический обзор	Фотофиксация объемно-пространственного решения Объекта (фото автора)	Композиционные особенности пространства
Японский сад в парке «Краснодар» на территории стадиона. Открыт в 2023 г. Общая площадь сада составляет 7,5 га. Общая протяженность тропинок – свыше 3,5 тыс. м. Высажено большое количество зеленых насаждений – 6,7 тыс. деревьев, 5,9 тыс. кустарников, более 280 тыс. цветов		Динамическое, текучее пространство, где формируется ландшафтно-экологическая среда. Элементы ландшафтной геопластики соединены между собой сетью пешеходных тропинок. Большие валуны, расположенные вдоль водоемов, подчеркивают живописность водного пространства
Архитектурно-парковый ансамбль Кубанского ГАУ. Парк был заложен в начале второй половины XX в. Особенно выделяется композиционный центр ансамбля – протяженные пешеходные дорожки, обрамленные зелеными насаждениями, связывающие два основных учебных корпуса		Локальный объект ландшафтного урбанизма на центральной аллее Кубанского госагроуниверситета представляет собой взаимосвязанную систему рекреационных зеленых пространств с установленными местами для отдыха. В центре пространственной композиции остается естественная природа – деревья, кустарники, зеленая растительность

Окончание табл.
End of table

Наименование объекта. Местонахождение. Хронологический обзор	Фотофиксация объемно-пространственного решения Объекта (фото автора)	Композиционные особенности пространства
Система ландшафтных пространств в контексте пространственно-планировочной организации по ул. Венецианской в ЖК Европа-Сити жилого района «Немецкая деревня» Прикубанского городского округа. Первоначальный период строительства – 2014–2016 гг.		ЖК Европа-Сити отличается четко спланированной и логичной системой ландшафтных пространств, сочетанием фактур и материалов в создании оригинальных композиций, создающих комфортную атмосферу для жителей. При этом парковочные места для личного автотранспорта вынесены за территорию жилых домов, а именно по периметру кварталов. Предусматривается устройство наземного паркинга, где будут размещены открытые общественные стоянки

Выводы. Ландшафтный урбанизм как социокультурный феномен является органической частью пространственной городской среды. В связи с этим для различных типов территорий, с целью их пространственно-планировочной организации, направленной на экоустойчивость в современных реалиях ландшафтного урбанизма, следует разрабатывать концептуальные архитектурные и дизайнерские решения с учетом:

- целостности и единства пространственной композиции;
- масштаба, ритма и пропорции ландшафтных элементов;

- взаимосвязанного размещения значимых акцентов;
- художественно-эстетического зрительно-го восприятия;
- формирования выразительного архитектурного силуэта;
- обоснованного преобразования природной среды;
- цвета, фактуры и пластики ландшафтных объектов;
- комплексного создания определенной инфраструктуры;
- интеграции ландшафтного урбанизированного вектора;

▪ культурной парадигмы в ландшафтном контексте.

Перед нами стоит актуальная задача сохранить, восстановить и преумножить исторически сложившийся природный ландшафт – уникальное национальное наследие, которое имеет большое значение «для культурного развития горожан» [17, с. 39]. Одновременно следует акцентировать внимание на преобразование общественных пространств через призму взаимосвязанности исторического и современного процессов реорганизации с приоритетным использованием зеленых насаждений. Современная эпоха характеризуется постоянным усовершенствованием ландшафтного урбанизма и организацией пространственной среды с точки зрения эволюции и новых реальностей, что в полной мере определяют инновационные направления в создании комфортного и привлекательного городского пространства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедова Е.А. Постиндустриальный вызов – архитектура общественных пространств // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 1. С. 144–145.
2. Вавилонская Т.В. Сохранение и обновление архитектурно-исторической среды Самарского Поволжья // Архитектура и строительство России. 2014. № 12. С. 2–9.
3. Гельфонд А.Л. Архитектура общественных пространств: монография. М.: ИНФРА-М, 2019. 412 с.
4. Каракова Т.В. Средовые проблемы мегаполиса // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8. № 2. С. 114–116. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.19.
5. Кайдалова Е.В. Стил в современной ландшафтной архитектуре // Приволжский научный журнал. 2021. № 4 (60). С. 146–151.
6. Неведов В.А. Городской сад, возвращенный людям: технологии гуманизации среды // Архитектура. Строительство. Дизайн. 2014. № 4 (77). С. 90–91.
7. Субботин О.С. Реорганизация существующей жилой застройки в исторической среде поселений (на примере Краснодара) // Жилищное строительство. 2017. № 8. С. 20–24.
8. Гусева А.В. Лики старого Сочи. Сочи на старинных открытках. [Б. м.]: Изд. И. Платонов, 2014. 160 с.
9. Сочи на рубеже XIX–XX веков. Почтовая открытка. М.: Интербук-бизнес, 2014. 80 с.
10. Субботин О.С. Архитектурно-градостроительная эволюция г. Туапсе // Жилищное строительство. 2012. № 12. С. 18–22.
11. Бондарь В.В., Маркова О.Н. Портрет старого города. Екатеринбург на старинных открытках. Краснодар: Изд. И. Платонов, 2007. 127 с.
12. Потаев Г.А. Ландшафтный урбанизм: новые возможности // Архитектура и строительство. 2018. № 1. С. 22–26.
13. Лисицына А.В. Малые и средние города Нижегородского Поволжья: в поисках утраченной гармонии // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14. № 2. С. 75–83. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.11.
14. Субботин О.С. Особенности использования строительных материалов в реставрации архитектурно-градостроительного наследия // Строительные материалы и изделия. 2019. Т. 2. № 3. С. 85–89.
15. Леонова В.А. Культурный ландшафт: понятия, история и проблематика // Ландшафтный вестник. 2015. № 5. С. 83–87.
16. Большаков А.Г. Противоречие устойчивого развития градостроительной формы (на примере Иркутска) // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14. № 3. С. 90–101. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.11.
17. Субботин О.С. Храмовое зодчество г. Краснодара (Екатеринодара): эволюция и архитектурно-градостроительная культура // Жилищное строительство. 2016. № 4. С. 33–39.

REFERENCES

1. Akhmedova E.A. Postindustrial challenge – architecture of public spaces Post-industrial challenge – architecture of public spaces. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2019, no. 1, pp. 144–145. (in Russian)
2. Vavilonskaya T.V. Preservation and renewal of the architectural and historical environment of the Samara Volga region. *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and Construction of Russia], 2014, no. 12, pp. 2–9. (in Russian)
3. Gelfond A.L. Architecture of public spaces: monograph [Arkhitektura obshchestvennykh prostanstv: monografiya]. Moscow, INFRA-M, 2019. 412 p.
4. Karakova T.V. Environmental problems of the metropolis. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban development and architecture], 2018, vol. 8, no. 2, pp. 114–116. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.19
5. Kaidalova E.V. Style in modern landscape architecture. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal], 2021, no. 4 (60), pp. 146–151. (in Russian)
6. Nefedov V.A. City garden returned to people: technologies of humanization of the environment. *Arkhitektura. Stroitel'stvo. Dizayn* [Architecture. Construction. Design], 2014, no. 4 (77), pp. 90–91. (in Russian)
7. Subbotin O.S. Reorganization of existing residential development in the historical environment of settlements (on the example of Krasnodar). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2017, no. 8, pp. 20–24. (in Russian)
8. Guseva A.V. Faces of Old Sochi. Sochi on Old Postcards [Liki starogo Sochi. Sochi na starinnykh otkrytka-kh]. Publ. I. Platonov, 2014. 160 p.
9. Sochi at the turn of the XIX–XX centuries. Postcard [Sochi na rubezhe XIX–XX vekov. Pochtovaya otkrytka]. Moscow, Interbook-business, 2014. 80 p.
10. Subbotin O.S. Architectural and urban development evolution of Tuapse. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2012, no. 12, pp. 18–22. (in Russian)

11. Bondar V.V., O.N. Markova. Portrait of the old city. Ekaterinodar on old postcards [*Portret starogo goroda. Yekaterinodar na starinnykh otkrytkakh*]. Krasnodar, Publ. I. Platonov, 2007. 127 p.

12. Potaev G.A. Landscape urbanism: new opportunities. *Arkhitectura i stroitel'stvo* [Architecture and construction], 2018, no. 1, pp. 22–26. (in Russian)

13. Lisitsyna A.V. Small and medium-sized cities of the Nizhny Novgorod Volga region: in search of lost harmony. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban development and architecture], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 75–83. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.11

14. Subbotin O.S. Features of the use of building materials in the restoration of architectural and urban heritage. *Stroitel'nyye materialy i izdeliya* [Construction materials and products], 2019, vol. 2, no. 3, pp. 85–89. (in Russian)

15. Leonova V.A. Cultural landscape: concepts, history and problems. *Landshaftnyy vestnik* [Landscape Bulletin], 2015, no. 5, pp. 83–87. (in Russian)

16. Bolshakov A.G. Contradiction of sustainable development of urban planning form (on the example of Irkutsk). *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban planning and architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 90–101. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.11

17. Subbotin O.S. Temple architecture of Krasnodar (Ekaterinodar): evolution and architectural and urban planning culture. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2016, no. 4, pp. 33–39. (in Russian)

Об авторе:

СУББОТИН Олег Степанович

доктор архитектуры, доцент,
профессор кафедры архитектуры
Кубанский государственный аграрный университет
имени Трубиллина
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
тел. (861) 221-59-15
E-mail: subbos@yandex.ru

SUBBOTIN Oleg S.

Doctor of Architecture, Associate Professor, Professor
of the Architecture Chair
Kuban State Agrarian University named
after I.T. Trubilin
350044, Russia, Krasnodar, Kalinina st., 13,
tel. (861) 221-59-15
E-mail: subbos@yandex.ru

Для цитирования: Субботин О.С. Ландшафтный урбанизм и организация пространственной среды: эволюция и новые реальности // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 116–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.16.

For citation: Subbotin O.S. Landscape urbanism and spatial environment organization: evolution and new realities. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 116–125. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.16.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 728.2.012.27

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.17

Е. М. ГЕНЕРАЛОВА
К. Р. ТИМЕРХАНОВА

ПРОБЛЕМЫ И ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЛАНСА ТЕРРИТОРИИ: КОНЦЕПЦИЯ ТРЕХМЕРНОГО КОМПАКТНОГО ГОРОДА

PROBLEMS AND METHODS OF FORMING A TERRITORIAL BALANCE:
THE CONCEPT OF A THREE-DIMENSIONAL COMPACT CITY

Рассматриваются вопросы функционального дисбаланса территории Самары, вызванного активной застройкой территориальных резервов многоэтажными жилыми комплексами. Наглядно показано, что проблема состоит в том, что в последние годы строительство жилья приобрело преимущественно монофункциональный характер, что вызывает серьезные опасения относительно влияния таких проектов на городскую среду, испытывающую острую нехватку объектов социальной инфраструктуры, к которым в первую очередь относятся школы и детские сады. Рассматриваются зарубежные примеры успешной интеграции образовательных организаций в высокоурбанизированную среду. Результаты исследования позволили выявить ключевые недостатки современной практики жилой застройки и предложить пути их устранения в рамках концепции формирования трехмерного компактного города.

Ключевые слова: городская среда, жилые комплексы, высотные здания, вертикальный урбанизм, трехмерный компактный город

The article examines the issues of functional imbalance of the territory of Samara caused by active development of territorial reserves with multi-storey residential complexes. It is clearly shown that the problem is that in recent years housing construction has acquired a predominantly monofunctional character, which raises serious concerns about the impact of such projects on the urban environment, which is experiencing an acute shortage of social infrastructure facilities, which primarily include schools and kindergartens. Foreign examples of successful integration of educational institutions into a highly urbanized environment are considered. The results of the study allowed us to identify key shortcomings of modern residential development practices and propose ways to eliminate them within the concept of forming a three-dimensional compact city.

Keywords: urban environment, residential complexes, high-rise buildings, vertical urbanism, three-dimensional compact city

Городская среда – это пространство, где человек проводит значительную часть своей жизни. Очевидно, что от того, насколько она комфортна для проживания, зависит качество этой жизни. Современные города, включая Самару, сталкиваются с серьезными проблемами, о чем свидетельствуют результаты оценки индекса качества городской среды. В РФ насчитывается 16 городов с населением более одного миллиона человек (табл. 1). Несмотря на то, что большинство крупнейших городов в 2023 г. были признаны населенными пунктами с благоприят-

ной городской средой, набрав более 180 баллов из 360 возможных, у них есть общие нерешенные вопросы, к которым относятся: неразвитая общественно-деловая и социально-досуговая инфраструктура, отсутствие организованных озелененных пространств, проблемы с улично-дорожной сетью и многое другое. Наиболее низкую оценку при определении индекса качества городской среды получили категории «Жилые и прилегающие пространства», «Озелененные пространства», «Общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства»,

а также «Социально-досуговая инфраструктура». Проблема заключается в функциональном дисбалансе территории, который вызван устоявшимся подходом к активной застройке территориальных резервов многоэтажными монофункциональными жилыми комплексами [1].

Несмотря на то, что каждый город имеет свою уникальную специфику, которую необходимо учитывать при решении проблем, следует отметить, что сами проблемы, к сожалению, можно определить как повсеместные. К ним относятся: разрастание городских территорий за счет строительства на окраинах новых микрорайонов с так называемым доступным жильем; заполнение территориальных резервов в сложившейся городской среде сверхплотной монофункциональной многоэтажной жилой застройкой; отсутствие во многих городских районах баланса между жильем и другими городскими функциями (образование, спорт, культурный досуг, отдых, развлечения и т. п.) [1].

Осмыслить вышесказанное предлагается на примере Самары, которая еще в 2022 г. относилась к категории населенных пунктов с неблагоприятной городской средой, набрав всего 172 балла из 360 возможных. Несмотря на то, что в 2023 г. показатель индекса качества городской среды в Самаре несколько вырос, она по-прежнему остается на третьем месте с конца списка (см. табл. 1).

Прежде чем делать выводы и давать какие-либо рекомендации, следует коротко остановиться на основных этапах развития города, территория которого разделена на 9 административно-территориальных единиц – районов: Куйбышевский, Самарский, Ленинский, Железнодорожный, Октябрьский, Советский, Промышленный, Кировский, Красноглинский. История Самары, одного из ключевых торговых городов Поволжья, иллюстрирует взаимосвязь между городской жизнью и пространством. В начале XIX в. рост житницы России в Среднем Поволжье способствовал экономическому развитию региона. Важную роль сыграло благоприятное географическое положение на волжском берегу, позволившее стать важным транзитным портом, вызвало рост населения и расширение городских границ. Территория города, которая в 1810-е гг. считалась окраиной, в 1840-х преобразовалась в центральную площадь с главным городским базаром. Вдоль площади начали строиться первые каменные здания, что положило начало магазинной торговли и появлению финансовых учреждений. Социально-экономические изменения и развитие городской инфраструктуры в Самаре происходили параллельно, формируя облик города [2].

Самара (Куйбышев) пережила значительный рост и изменения в своей застройке после

Таблица 1. Крупнейшие города России, численность населения и индекс качества городской среды
Table 1. Largest cities in Russia, population and urban environment quality index

Город	Численность населения, 2023 г., чел.	Индекс качества городской среды, 2023 г.
Москва	13 150 000	304
Санкт-Петербург	5 598 000	270
Нижний Новгород	1 205 000	237
Казань	1 319 000	226
Краснодар	1 139 000	225
Ростов-на-Дону	1 140 000	223
Пермь	1 027 000	220
Уфа	1 163 000	220
Новосибирск	1 634 000	219
Воронеж	1 046 000	213
Екатеринбург	1 536 000	213
Красноярск	1 205 000	208
Челябинск	1 177 000	202
Самара	1 159 000	196
Волгоград	1 019 000	180
Омск	1 104 000	161

Великой Отечественной войны. Данный период характеризуется активным восстановлением разрушенных городов и строительством новых объектов в рамках программы послевоенного восстановления страны. Этот процесс также был направлен на создание нового архитектурного облика города, соответствующего духу времени. В послевоенные годы город стал крупнейшим промышленным и культурным центром СССР. Здесь был создан мощный потенциал авиакосмической, машиностроительной, металлургической, электротехнической, кабельной, нефтеперерабатывающей и легкой промышленности [3]. В 1950–1970-е гг. в Куйбышеве были сооружены Волжская гидроэлектростанция, Волжский автомобильный завод, судостроительный завод, завод металлоконструкций (рис. 1) [4].

С середины 1950-х гг. начинается бурное развитие периферийных районов города. В эти годы активно строились панельные и блочные дома, что позволило ускорить темпы строительства и обеспечить жильем большое количество людей. С 1958 г. строительство жилых домов велось массивами, по наиболее экономичным типовым проектам, с малоэтажными квартирами (рис. 2) [3]. Строительство новых микрорайонов и жилых массивов способствовало решению проблемы нехватки жилья. Такая застройка жилых массивов в Самаре после войны

была обусловлена необходимостью быстрого восстановления жилья для рабочих промышленных зон, которое активно развивалось на периферии города. Эти зоны требовали большого количества рабочей силы, поэтому строительство жилья вблизи заводов и фабрик было экономически оправданно.

Еще одна особенность Самары – это наличие в структуре города значительного количества малоэтажной хаотичной застройки, которая существует и по сей день (рис. 3). Частный сектор, состоящий преимущественно из одно- и двухэтажных домов, занимает большие площади и представляет собой своеобразный территориальный резерв. Исторически такие районы возникли еще в дореволюционный период, когда город активно развивался и расширялся за счет пригородных территорий. В советский период строительство многоквартирных домов шло параллельно с сохранением частных владений. Сегодня такой подход утратил актуальность. Со временем промышленные предприятия стали перемещаться за пределы города, освобождая пространство, пригодное для других видов использования и новых строительных проектов. В последние десятилетия наблюдается активное освоение данных территориальных резервов, а также участков, освобождающихся от ветхого и аварийного жилого фонда [5].

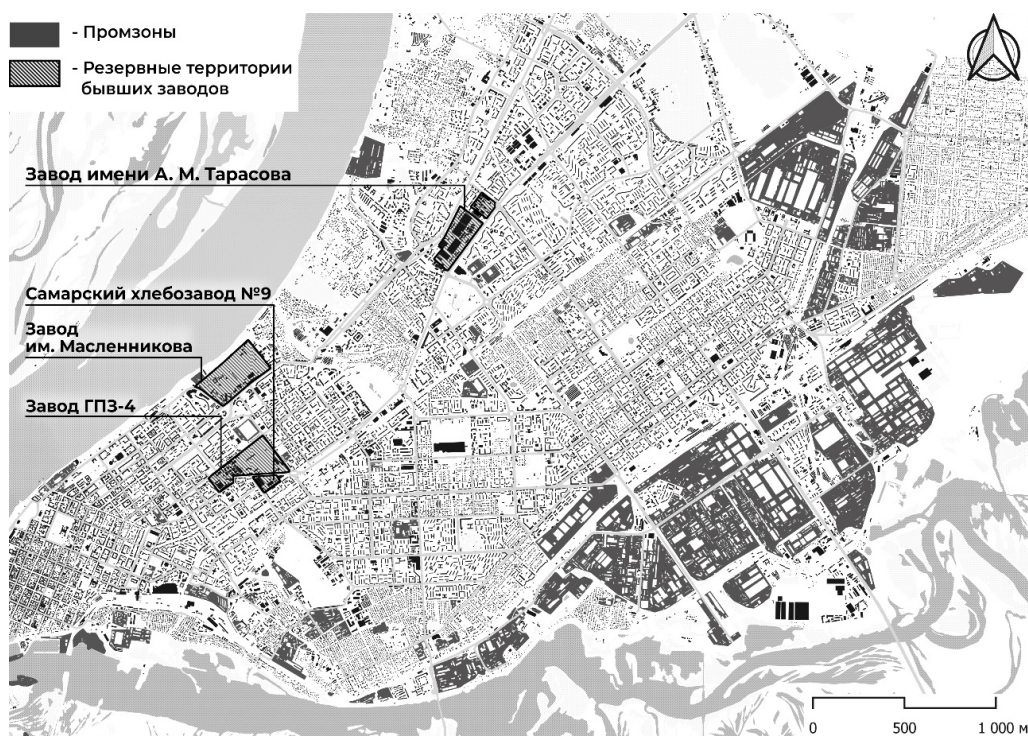


Рис. 1. Размещение промышленных территорий в Самаре

Fig. 1. Location of industrial areas in Samara



Рис. 2. Формирование микрорайонов г. Самары в 1950–1980 гг.
Fig. 2. Formation of microdistricts of Samara in 1950-1980.

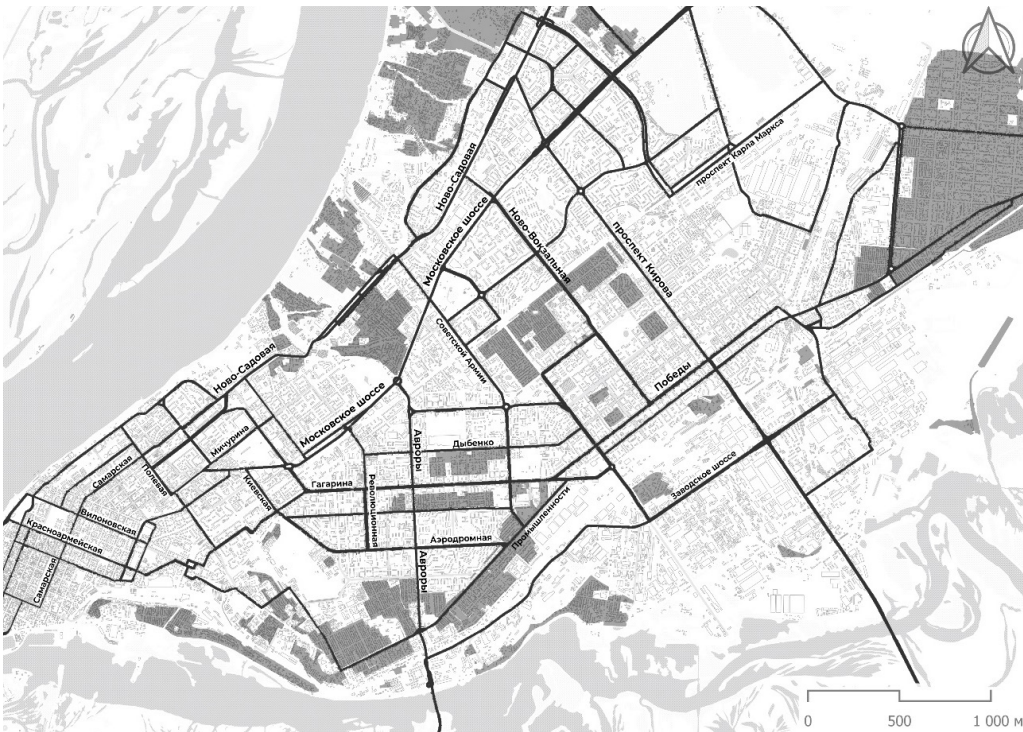


Рис. 3. Зоны частного сектора на карте Самары, 2024 г.
Fig. 3. Private sector zones on the map of Samara, 2024

На сегодняшний день в жизнь активно внедряются национальные проекты Российской Федерации [6], направленные на повышение качества жизни граждан через развитие ключевых сфер общества, таких как образование, здравоохранение, культура и досуг и т. п. «Комфортная и безопасная среда для жизни» – это одна из национальных целей, определенных указами Президента РФ. Для ее достижения необходимо решить целую систему взаимосвязанных задач, среди которых необходимо отметить «повышение комфортности и доступности жилья, улучшение качества городской среды» [7]. В актуальном и чрезвычайно важном документе «Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года» в качестве ключевого направления определено формирование новой градостроительной политики. Данная потребность вызвана ведением застройки, когда «в условиях достигнутого предела экстенсивного развития увеличивается нагрузка на существующую инфраструктуру, что приводит к дефициту социально значимых объектов и ухудшению качества городской среды» [7]. Подчеркивается ключевая мысль о том, что формирование комфортной городской среды – это неотъемлемая часть комплексного развития территорий, основанного на градостроительном планировании, создании городской инфраструктуры, возведении жилья во взаимосвязи с объектами торгового, культурного, спортивного и иного назначения [7].

Это особенно актуально для крупнейших городов, которые представляют собой сложные территориальные образования, охватывающие зоны с разнообразным функциональным назначением [8]. При этом следует отметить, что традиционно российские города развивались горизонтально, занимая все больше территории за счет расширения границ. Это привело к тому, что многие из них занимают огромные площади с низкой плотностью населения. Такая модель застройки имеет ряд недостатков: *транспортная перегрузка* (расширение города требует строительства новых дорог и транспортных развязок, что увеличивает нагрузку на инфраструктуру и приводит к пробкам); *увеличение времени на перемещение и маятниковая миграция* (чем дальше от центра находится жилье, тем дольше людям приходится добираться до работы, учебных заведений и других важных объектов); *неэффективное использование земли* (горизонтальная застройка занимает большие площади, что снижает экономическую эффективность использования городских территорий).

Таким образом, несмотря на благие намерения, реализация стратегических задач зачастую сталкивается с рядом трудностей, одной из которых является проблема неэффективного использования территориальных резервов, что обусловлено строительством однообразных монофункциональных жилых комплексов, ухудшающих качество городской среды и снижающих комфорт проживания, поскольку такие объекты занимают значительные земельные ресурсы, но при этом не обеспечены элементами социально-бытовой инфраструктуры. Это продолжает усугублять дисбаланс в функциональной структуре города, увеличивает нагрузку на дорожную сеть и способствует росту пробок, приводит к ухудшению экологической обстановки за счет увеличения числа автомобилей и уменьшению свободного пространства для зеленых зон. Кроме того, жители таких районов теряют доступ к разнообразным услугам в шаговой доступности и вынуждены ежедневно преодолевать значительные расстояния между домом, работой и местами проведения досуга, что также снижает качество их жизни.

Ситуация, сложившаяся в Самаре, наглядно иллюстрирует очерченный круг проблем – происходит освоение чрезвычайно ценных территориальных резервов в сложившейся городской среде за счет строительства унылых многоэтажных жилых комплексов, не обеспеченных обслуживающими функциями. Такие монолитные многоэтажные здания, которые зачастую называют «человеиниками», не только ухудшают визуальный облик городской среды, но и создают множество проблем, связанных с инфраструктурой и качеством жизни.

В исследовании был проведен анализ наиболее известных жилых комплексов Самары, построенных в XXI в. и иллюстрирующих описанные выше негативные тенденции. На рис. 4 рассмотрено восемь объектов, в которых проводилось выявление дополнительных и обслуживающих функций по следующим укрупненным группам: 1 – торговля; 2 – образование; 3 – медицина; 4 – общественное питание; 5 – досуг; 6 – деловая коммуникация; 7 – бытовое обслуживание; 8 – спорт; 9 – оздоровление; 10 – хранение автомобилей.

Представленный в инфографике анализ современных жилых комплексов в Самаре показывает, что несмотря на стремление к улучшению жилищных условий, проектирование таких объектов игнорирует важные аспекты городской инфраструктуры. Нехватка социальных учреждений, парковочных мест и общая плотность застройки создают серьезные проблемы для жителей новых комплексов.

Градостроительство и архитектура | 2025 | Т. 15, № 1

Более подробно необходимо остановиться на анализе ситуации, сложившейся на территории бывшего Хлебзавода № 9, где уже существует торгово-офисный комплекс «Вертикаль» и строится ЖК «Король Лев»/«Королев» (6 зданий, 25–26 этажей), который является ярким примером неэффективного использования городских земельных ресурсов и «образцом» негуманной сверхплотной монофункциональной жилой среды (рис. 5). Участок, выделенный под строительство, осваивается в 4 этапа. В результате реализации первой и второй очередей строительства появилось четыре 26-этажные башни с пристроенным паркингом на 712 мест. Третья и четвертая очереди – это два двухсекционных 25-этажных здания, в каждом по 384 квартиры (24 студии, 264 – однокомнатные, 72 – двухкомнатные и 24 – трехкомнатные), без паркинга, предусмотрены только парковочные места – 84 места на придомовой территории [9–11].

Общее количество квартир в комплексе – 1664. В проектной документации сделан расчет предполагаемого количества жильцов, что составило 2 012 человек (взрослых – 1 752, детей – 260). Возникает резонный вопрос – будет ли обеспечиваться нормальное функционирование района при таком количестве новых жильцов? Здания занимают всю территорию участка, не оставляя места для рекреационных пространств, спортивных и образовательных объектов, которых и так крайне не хватает в данном районе. Особенно сложная ситуация складывается с прикреплением к городским

поликлиникам и школам, так как существующие объекты перегружены, а строить новые в пешеходной доступности больше негде.

Очевидно, что следует пересмотреть сложившиеся неэффективные и негуманные подходы к доформированию сложившейся городской среды, чтобы избежать создания «человейников» и обеспечить комфортные условия для жизни горожан. В условиях ограниченности городских территорий возникает необходимость рационального использования каждого квадратного метра земли [9]. Современные тенденции формирования высокоурбанизированной и при этом комфортной жилой среды предполагают многофункциональное развитие городского пространства. Аргументы в поддержку данной концепции высказывают многие исследователи [12–15]:

- строительство отдельных зданий требует значительных финансовых вложений, которые могли бы быть использованы более эффективно; кроме того, эксплуатация таких зданий обходится дороже, поскольку требуется больше ресурсов на содержание и обслуживание;
- разделение городской среды на отдельные функциональные зоны затрудняет взаимодействие между жителями разных районов и социальными группами, что неизбежно приводит к социальной изоляции и снижению уровня общественной активности;
- увеличение количества транспортных средств, необходимых для перемещения между разными зонами, негативно сказывается на

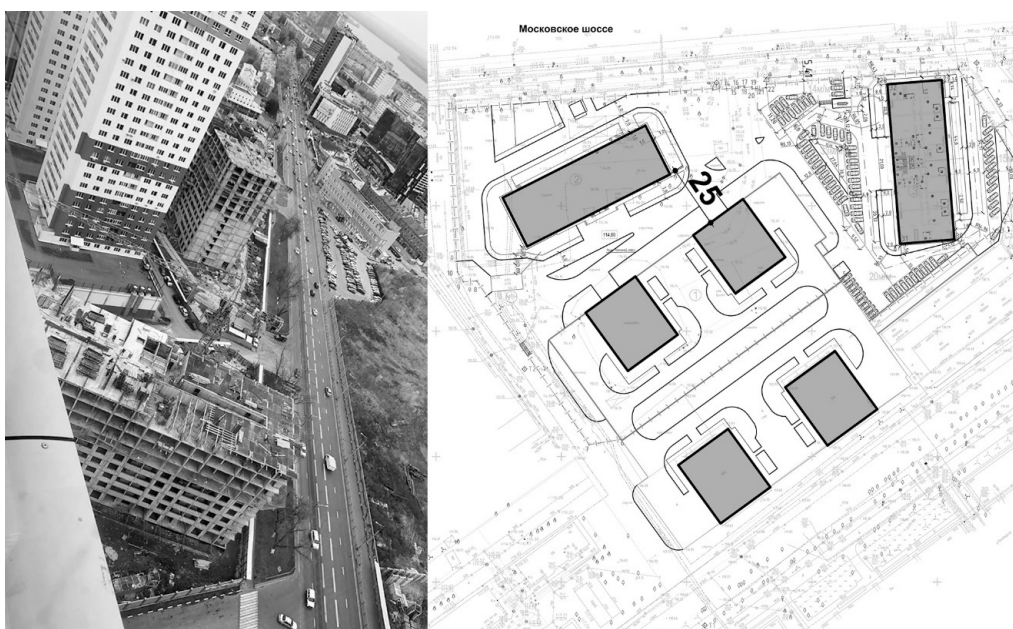


Рис. 5. ЖК «Король Лев»/«Королев» в Самаре [10]
Fig. 5. LCD “Lion King “/” Korolev” in Samara [10]

окружающей среде, происходит загрязнение воздуха, формируется шумовой фон, что негативно влияет на здоровье людей.

Передовые архитектурные тенденции направлены на создание компактных и многофункциональных пространств, которые позволяют максимально эффективно использовать городское пространство. Внедрение концепции смешанного использования территории, которая предполагает сочетание различных функций в одном здании или комплексе, позволяет значительно сократить транспортные потоки, улучшить экологию города и повысить комфортность проживания. Несмотря на наличие нормативной базы, регламентирующей проектирование многофункциональных зданий и комплексов (СП 160.1325800.2014 «Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования»), реализация этого подхода требует изменения и дополнения существующих норм и правил, а также в ряде случаев коренного пересмотра подходов к проектированию и строительству многофункциональных зданий и комплексов.

Современные технологии позволяют создавать универсальные пространства, которые могут совмещать различные функции. Так, например, жилые комплексы могут включать в себя образовательные и медицинские учреждения, спортивные залы и культурные центры. Это позволит сократить расходы на строительство и эксплуатацию отдельных зданий, улучшить доступность услуг и повысить качество жизни горожан.

Формирование комфортной городской среды в российских городах также осложняется недостаточным учетом вертикальной составляющей при проектировании и развитии городского пространства, что приводит к разрастанию городов [15]. Внедрение высотных многофункциональных зданий в городскую среду может стать ключевым решением проблемы функционального дисбаланса территорий. Концентрация различных функций (образовательных, медицинских и досуговых) по вертикали позволит эффективно использовать земельные ресурсы и создать комфортные условия для жизни горожан.

В данном исследовании хотелось бы особое внимание уделить реализации в вертикальном контексте образовательной функции, так как именно отсутствие школ в современных многоэтажных «человейниках» является чрезвычайно болезненной проблемой. Причины, по которым школы проблематично интегрировать в структуру сложившейся городской среды, достаточно понятны:

- сложно найти подходящий территориальный резерв для одновременного строитель-

ства и школы, и жилья, приносящего основной доход застройщикам, так как в соответствии с современными нормами школьные здания требуют значительных по площади участков (необходимо предусматривать физкультурно-спортивную зону со школьным стадионом, зону отдыха с площадками для подвижных игр и хозяйственную зону);

- нормативные ограничения этажности школьных зданий – не более четырех этажей, не дают возможность делать их более компактными (СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования»);

- общеобразовательные организации не допускается встраивать в высотные здания, их размещение возможно только в помещениях, пристроенных к высотным зданиям, а также в невысоких зданиях высотного комплекса (п. 6.5 СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования»).

Однако передовой мировой опыт показывает, что плотная городская застройка, где нелегко найти землю для строительства школ, и рост числа детей школьного возраста, побуждают все заинтересованные стороны (чиновники, застройщики, архитекторы) мыслить нестандартно – в рамках высотного строительства, адаптируя нормативную базу к условиям высокоурбанизированной среды. Рассмотрим несколько интересных вариантов включения образовательной функции в структуру высотных объектов.

1. Нью-йоркский небоскреб **77 Greenwich** (159,4 м; 38 этажей), расположенный в самом сердце финансового района Манхэттена, начиная с 15-го этажа представляет собой кондоминиум, рассчитанный на 90 элитных квартир. Нижняя часть здания (14 этажей) – это государственная начальная школа на 450 мест. На первом этаже помимо входных зон в жилье и в школу расположена торговая зона (рис. 6).

2. В небоскребе **Eight Spruce Street** (Beekman Tower) в Нью-Йорке (265,2 м; 76 этажей) на четырех нижних этажах расположена государственная школа (Spruce Street School, PS 397), в которой обучается 440 учеников от дошкольного возраста до восьмого класса (рис. 7). Помимо школы в здании на нижних этажах расположена больница, розничные магазины и парковка. На верхних этажах разместились 899 квартир. В дополнение к обслуживающим функциям в нижней части здания, жильцы имеют доступ к удобствам на трех клубных этажах (общая площадь – 2 050 м²). На шестом этаже находится терраса для гриля, игровая комната и гольф-симуляторы. Седьмой этаж содержит крытый бассейн, фитнес-центр, общественные зоны и спа-люкс. На восьмом этаже находятся дополнительные фитнес-залы, библиотека, кинозал и помещения для детей и подростков.

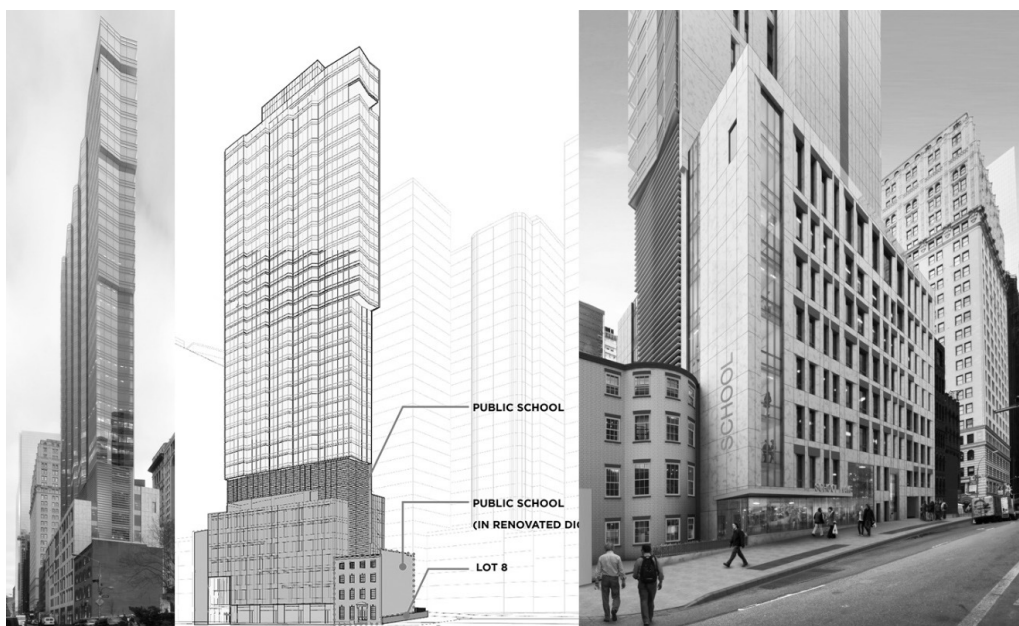


Рис. 6. Многофункциональный небоскреб 77 Greenwich, Нью-Йорк
Fig. 6. 77 Greenwich Multifunctional Skyscraper, New York



Рис. 7. Многофункциональный небоскреб Eight Spruce Street (Beekman Tower), Нью-Йорк
Fig. 7. Eight Spruce Street Multifunctional Skyscraper (Beekman Tower), New York

3. Здание 35XV, спроектированное FXCollaborative Architects, расположено в Челси, в центре Манхэттена (рис. 8) [16]. Над существующим 6-этажным школьным зданием была надстроена 18-этажная жилая башня. Школьные этажи от жилых отделены клубным этажом с удобствами для жильцов, включая тренажерный зал, гостиную, детскую игровую комнату,

винный «погреб» и общую террасу. Такой подход стал возможным благодаря уникальным техническим решениям. Была разработана гибридная структурная система со стальным каркасом в основании для размещения образовательной функции и внушительными консолями, позволяющими создать большую площадь основания башни для жилых помещений.

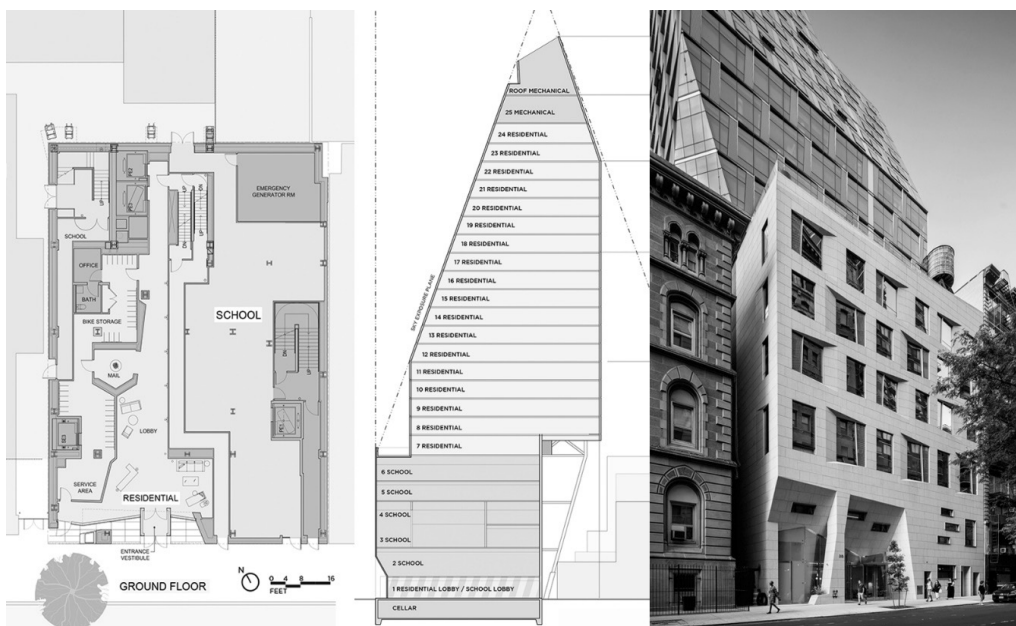


Рис. 8. Многофункциональный небоскреб 35XV, Нью-Йорк [16]
Fig. 8. Multifunctional skyscraper 35XV, New York [16]

4. **Riverside Center School** – это новая государственная школа для детей от дошкольного возраста до восьмого класса, рассчитанная на 692 ученика и расположенная в основании 43-этажной башни в многофункциональном комплексе Riverside Center (рис. 9). Школа занимает первые четыре этажа небоскреба в Нью-Йорке на западной стороне Манхэттена (в Верхнем Вест-Сайде). В ней более 20 новых

классных комнат, художественные и музыкальные классы, а также научный класс, библиотека, спортзал и кафетерий. Были созданы две отдельные игровые площадки на крыше для отдыха на открытом воздухе, приспособленные для учеников разного возраста. Управление школьного строительства Нью-Йорка поддержало данный проект государственно-частного партнерства из-за прогнозируемого роста

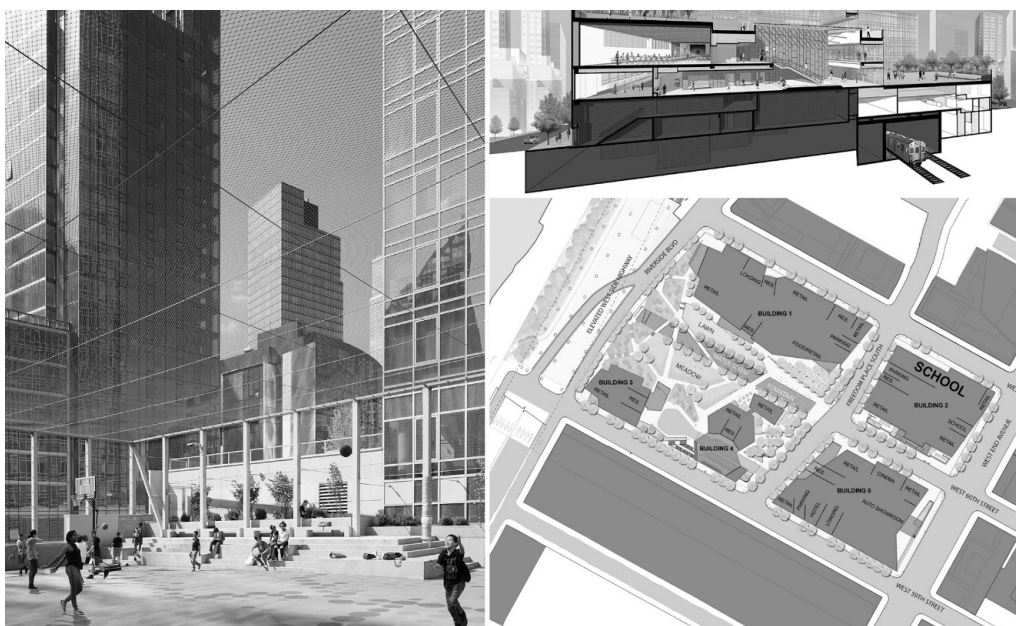


Рис. 9. Riverside Center School, Нью-Йорк [17–19]
Fig. 9. Riverside Center School, New York [17–19]

количества детей школьного возраста. Представитель Управления заявил, что идет поиск креативных способов строительства школ на Манхэттене, где больше нет свободной земли.

5. Еще один показательный нью-йоркский пример – частная школа для девочек «Брирли» (the Brearley School) в Верхнем Ист-Сайде на Манхэттене (рис. 10). Кампус Брирли состоит из трех зданий: исторического здания школы по адресу 610 East 83rd Street, в котором обучаются ученики средней и старшей школы; нового здания школы по адресу 590 East 83rd Street, где обучаются ученики младшей школы; отдельно стоящий многофункциональный спортивный зал «Field House», расположенный в нескольких кварталах на East 87th Street, предназначенный для занятий физкультурой и спортом, включая баскетбол, теннис, бадминтон, волейбол (крыша здания представляет со-

бой спортивное поле с травяным покрытием, предназначенное для мини-футбола и хоккея на траве с трибунами для 60 зрителей). Новое здание школы, расположенное на участке размером 30 × 23 м, было задумано как мини-вертикальный кампус. Суперсовременное 12-этажное здание, помимо классов на 700 учащихся, включает библиотеку, кафетерий, научные лаборатории, спортзал стандартного размера, просторный вестибюль и многофункциональный зал-трансформер на 600 мест. Здание спроектировано как учебное пособие LEED Gold, что позволяет ученикам активно участвовать в изучении «зеленых» технологий. В проекте реализовано много технологий по использованию возобновляемых источников энергии. На террасе на крыше школьники имеют доступ к экспериментальному саду с устройством для сбора ливневой воды.



Рис. 10. The Brearley School, Нью-Йорк [20, 21]

Fig. 10. The Brearley School, New York [20, 21]

Выводы. Представленные объекты являются наглядной иллюстрацией реализации концепции вертикального урбанизма, изменяющей модель урбанизации для более эффективного использования территориальных ресурсов. Продемонстрированы примеры формирования «трехмерного компактного города», в котором формула «жилье-работа-досуг» получает вертикальный вектор развития и связана с внедрением в городскую среду многофункциональных высотных зданий и комплексов. Многофункциональность в контексте вертикального развития городской среды основана на включении в структуру высотных

зданий многообразных функций, выстраивая их в определенную иерархию – базовые, дополнительные и обслуживающие. Образовательная функция имеет большой потенциал для более компактного и вертикального развития как в качестве базовых, так и дополнительных функциональных блоков. Безусловно, для адаптации мирового опыта к российским условиям необходим новый взгляд на сложившуюся нормативную и законодательную базу, основанный на поиске новых и внедрении уже накопленных инноваций с области конструктивных систем, строительных и отделочных материалов, вертикального транспорта, пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генералов В.П., Генералова Е.М. Типы жилых зданий и их влияние на класс жилья и на формирование комфортной городской жилой среды // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 126–138. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.17.
2. Чепурнова Е.И. Эволюция ландшафта губернского города Среднего Поволжья (на материалах Самары) // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9. № 3. С. 194 – 198.
3. Самара [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Самара#История> (дата обращения: 18.12.2024).
4. Куйбышевская область в 1950-80-е годы [Электронный ресурс]. URL: <http://gubernya63.ru/history/legends/50-80.html> (дата обращения: 18.12.2024).
5. Рябцева А.Ю., Затолокина Н.М., Калачук Т.Г. Рациональное использование городских земель на основе градостроительных признаков в границах зон с особыми условиями использования территорий // Вектор ГеоНаук. 2021. Т. 4. №. 4. С. 20–33.
6. Национальные проекты России [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80aapampemchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/> (дата обращения: 18.12.2024).
7. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf> (дата обращения: 18.11.2024).
8. Вавилова Т.Я. Актуальные тренды архитектурного проектирования в эпоху устойчивого развития. Часть 2. Учёт социальных факторов // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 126–135. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.14.
9. ЖК Король Лев, Московское ш., дом 2 [Электронный ресурс]. URL: https://www.nlre.ru/buy/novostroyki/novostroyki_67311.html (дата обращения: 18.12.24).
10. ЖК КОРОЛЬ-ЛЕВ [Электронный ресурс]. URL: <https://наш.дом.рф/сервисы/каталог-новостроек/объект/42839> (дата обращения: 18.12.2024).
11. Жилой комплекс КОРОЛЬ ЛЕВ [Электронный ресурс]. URL: <https://xn-----flclcybib1aax2n.xn--p1ai/> (дата обращения: 18.12.2024).
12. Веретенников Д.Б., Козлова М.А. Проектирование и строительство многофункциональных высотных комплексов как шаг к созданию «вертикальных городов» // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 162–171. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.20.
13. Mela A. Urban public space between fragmentation, control and conflict [Электронный ресурс]. URL: <https://cityterritoryarchitecture.springeropen.com/articles/10.1186/s40410-014-0015-0> (дата обращения: 18.12.2024).
14. Siu-Yu Lau S., Zhang Q. Genesis of a Vertical City in Hong Kong // International Journal of High-Rise Buildings. 2015. V. 4. N. 2. P. 117–125.
15. Генералов В.П., Генералова Е.М. Образ жизни, архитектура и качество городской среды // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11. № 1 (42). С. 160–168. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20.
16. FXFOWLE 35XV [Электронный ресурс]. URL: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/building-of-the-week/35xv> (дата обращения: 18.12.2024).
17. New K-8 School Planned for NYC Skyscraper [Электронный ресурс]. URL: <https://schoolconstructionnews.com/2011/11/17/new-k-8-school-planned-nyc-skyscraper/> (дата обращения: 18.12.2024).
18. The Riverside School [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dattner.com/projects/view/ps-is-191-riverside-school-for-makers-artists/> (дата обращения: 18.12.2024).
19. Riverside Center. Critique of Proposed Extell Development [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nyc.gov/assets/manhattancb7/downloads/pdf/projects/riverside-center/rsc-cb7-crit-mod.pdf> (дата обращения: 18.12.2024).
20. Unique Manhattan School Addition Completed [Электронный ресурс]. URL: <https://schoolconstructionnews.com/2019/11/26/unique-manchattan-school-addition-completed/> (дата обращения: 18.12.2024).
21. The Brearley School, NYC [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kpmb.com/project/the-brearely-school/> (дата обращения: 18.12.2024).

REFERENCES

1. Generalov V.P., Generalova E.M. Types of residential buildings and their influence on the class of housing and on the formation of a comfortable urban residential environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 126–138. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.17
2. Chepurnova Ye.I. Evolution of the landscape of the provincial city of the Middle Volga region (based on Samara materials). *Samarskiy nauchnyy vestnik* [Samara Scientific Bulletin], 2020, vol. 9, no. 3, pp. 194–198. (in Russian)
3. Samara. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Самара#История> (accessed 18 December 2024).
4. Kuibyshev region in the 1950-80s. Available at: <http://gubernya63.ru/history/legends/50-80.html> (accessed 18 December 2024).
5. Ryabtseva A.Yu., Zatolokina N.M., Kalachuk T.G. Rational use of urban lands based on urban planning features within the boundaries of zones with special conditions for the use of territories. *Vektor GeoNauk* [Vector Geosciences], 2021, vol. 4, no. 4, pp. 20–33. (in Russian)
6. National projects of Russia. Available at: <https://xn--80aapampemchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/> (accessed 18 December 2024)

7. Strategy for the development of the construction industry and housing and communal services of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2035. Available at: <http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAM.pdf> (accessed 18 December 2024)

8. Vavilova T.Ya. Current architectural design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 126–135. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.14

9. Residential complex King Lion, Moskovskoe sh., building 2. Available at: https://www.nlr.ru/buy/novostroyki/novostroyki_67311.html (accessed 18 December 2024)

10. Residential Complex LION KING. Available at: <https://наш.дом.рф/сервисы/каталог-новостроек/объект/42839> (accessed 18 December 2024)

11. Residential complex THE LION KING. Available at: <https://xn----flclcybib1aax2n.xn--p1ai/> (accessed 18 December 2024)

12. Veretennikov D.B., Kozlova M.A. Design and Construction of Multifunctional High-Rise Complexes as a Stage to Creation of Vertical Cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 162–171. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.20

13. Mela A. Urban public space between fragmentation, control and conflict. Available at: <https://cityterritoryarchitecture.springeropen.com/articles/10.1186/s40410-014-0015-0> (accessed 18 December 2024)

14. Siu-Yu Lau S., Zhang Q. Genesis of a Vertical City in Hong Kong // *International Journal of High-Rise Buildings*. 2015. V. 4. N. 2. P. 117–125.

15. Generalov V.P., Generalova E.M. Lifestyle, Architecture and Quality of the Urban Environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 160–168. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20

16. FXFOWLE 35XV. Available at: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/building-of-the-week/35xv> (accessed 18 December 2024)

17. New K-8 School Planned for NYC Skyscraper. Available at: <https://schoolconstructionnews.com/2011/11/17/new-k-8-school-planned-nyc-skyscraper/> (accessed 18 December 2024)

18. The Riverside School. Available at: <https://www.dattner.com/projects/view/ps-is-191-riverside-school-for-makers-artists/> (accessed 18 December 2024)

19. Riverside Center. Critique of Proposed Extell Development. Available at: <https://www.nyc.gov/assets/manhattancb7/downloads/pdf/projects/riverside-center/rsc-cb7-crit-mod.pdf> (accessed 18 December 2024)

20. Unique Manhattan School Addition Completed. Available at: <https://schoolconstructionnews.com/2019/11/26/unique-manhattan-school-addition-completed/> (accessed 18 December 2024)

21. The Brearley School, NYC. Available at: <https://www.kpmb.com/project/the-brearley-school/> (accessed 18 December 2024)

Об авторах:

ГЕНЕРАЛОВА Елена Михайловна

доктор архитектуры, доцент,
профессор кафедры архитектуры жилых
и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: generalova-a@yandex.ru

GENERALOVA Elena M.

Doctor of Architecture, Associate Professor,
Professor of the Architecture and Residential
and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: generalova-a@yandex.ru

ТИМЕРХАНОВА Карина Рамилевна

архитектор 3 категории
ООО «Девижн Поволжье»
443013, Россия, г. Самара, ул. Гагарина, 1а
E-mail: karina2010timer@gmail.com

TIMERKHANOVA Karina R.

Architect 3rd category
Development Povolzhye LLC
443013, Russia, Samara, Gagarina st., 1a
E-mail: karina2010timer@gmail.com

Для цитирования: Генералова Е.М., Тимерханова К.Р. Проблемы и приемы формирования баланса территории: концепция трехмерного компактного города // *Градостроительство и архитектура*. 2025. Т. 15, № 1. С. 126–138. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.17.

For citation: Generalova E.M., Timerkhanova K.R. Problems and methods of forming a territorial balance: the concept of a three-dimensional compact city. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 126–138. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.17.

А. Л. ГЕЛЬФОНД
Д. А. ПИРОГОВ

СОБЫТИЙНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ АРХИТЕКТУРЫ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

EVENT-BASED APPROACH TO FORMING THE ARCHITECTURE
OF RAPIDLY CONSTRUCTED SOCIAL INFRASTRUCTURE FACILITIES

В статье исследуются подходы к формированию архитектуры быстровозводимых объектов социальной инфраструктуры в зависимости от событий, определивших необходимость их появления. Основной фокус внимания направлен на архитектуру чрезвычайных ситуаций: военных и социальных кризисов, природных и техногенных катастроф, пандемий и эпидемий. В статье анализируется теоретическая база как с философской стороны понимания термина «событие», так и с прикладной – научные труды, посвящённые быстровозводимой архитектуре. Вводятся понятия «событийный подход в архитектуре», «событийная архитектура» как архитектура быстрого реагирования. Проводится анализ временных сооружений различных типов, а также архитектурной типологии объектов социальной инфраструктуры.

Ключевые слова: событийный подход, быстровозводимая архитектура, временная архитектура, объекты социальной инфраструктуры, чрезвычайные ситуации, архитектурная типология

The article examines approaches to the formation of the architecture of rapidly erected social infrastructure facilities depending on the events that determined the need for their appearance. The main focus is on the architecture of emergency situations: military and social crises, natural and man-made disasters, pandemics and epidemics. The article analyzes the theoretical basis, both from the philosophical side of understanding the term “event”, and from the applied - scientific works devoted to rapidly erected architecture. The concepts of an event-based approach in architecture, “event architecture” as a rapid response architecture are introduced. An analysis of temporary structures of various types, as well as the architectural typology of social infrastructure facilities is carried out.

Keywords: event approach, rapidly erected architecture, temporary architecture, social infrastructure facilities, emergency situations, architectural typology

Введение

Актуальность темы, заявленной в данной статье, определяется тем, что потребность в быстровозводимой временной архитектуре постоянно растёт. Своевременным и быстрым ответом на масштабные социальные, климатические и политические изменения в мире становятся градостроительные и архитектурные концепции зданий, сооружений и их комплексов, отвечающих критериям адаптивности, пространственной гибкости и обладающих потенциалом роста в кратчайшие сроки, а также возможностью переноса, транспортировки, утилизации либо полной пересборки.

Вероятно, определяя границы исследования, проводимого в настоящей статье, следует сразу оговориться, что речь идет о реакции архитектурных объектов на *непрогнозируемые события*. Или даже об объектах, появление

которых продиктовано непрогнозируемыми событиями. Поскольку *прогнозируемые события* – выставки, ярмарки, форумы или крупные стройки – по определению подразумевают проектирование временных сооружений, необходимых для их функционирования в течение определенного периода – павильонов, ярмарочных балаганов, цирков-шапито, инфо-боксов и других объектов. А в данном случае предметом исследования является событийный подход к формированию временной архитектуры на примере быстровозводимых объектов социальной инфраструктуры, возведение которых является ответом на чрезвычайные ситуации. Иными словами, об архитектуре быстрого реагирования, архитектуре катастроф, при этом жилье для беженцев не входит в границы исследования.

Остановимся на некоторых теоретических посылах. Событие как явление, определяющее

дальнейшую цепочку действий человека, исследовано в ряде философских трудов.

М.М. Бахтин в работе «Философия поступка» писал: «Утвердить факт своей единственной незаменимой причастности бытию – значит войти в бытие именно там, где оно не равно себе самому – войти в событие бытия» [1]. И далее ученый пишет об ответственном включении индивида в событие, о его причастности и ответственности за последствия каждого события. Эта философия чрезвычайно близка теме настоящей статьи, так как речь в ней пойдет об ответственности профессионала – градостроителя и архитектора за обеспечение пространственного развития среды жизнедеятельности в период чрезвычайных ситуаций.

Причем нас будет интересовать не только регион, где произошло непредвиденное событие, но и принимающие регионы за пределами пострадавших территорий. И снова со своей позиции обратимся к философской трактовке пространственного потенциала в определенной ситуации. М. Хайдеггер писал: «Простирание пространства несет с собой местность, готовую для того или иного обитания... Простор есть высвобождение мест. В просторе и дает о себе знать, и вместе таится событие» [2].

Теоретики философии и культурологии постмодернизма постоянно обращались к теме события и событийности в контексте развития миропорядка как такового. По Ж. Делезу, «событие подает нам знаки и ожидает нас. Человек должен переродиться, дабы соответствовать "красоте и величию события" как его смыслу» [3]. М. Бланшо отмечал: «Событие – это провал настоящего, время без настоящего» [3]. Приведенные цитаты нужны нам для подтверждения мысли, что событие традиционно трактуется учеными как некий сдвиг привычного бытия.

Ж.М. Вержбицкий, анализируя метафизические универсалии архитектурной культуры, отмечает, что в архитектурном творчестве метафорически можно увидеть исполнение некоего жизненного ПУТИ. Хронотипы этого ПУТИ ученый видит, прежде всего, именно в отдельных событиях. Он выявляет, что «хронотипами ПУТИ... наделяются и непосредственно акт творения (замысел-разработка-реализация), и «самостоятельное» бытие собственно произведений архитектуры (закладка-обживание-ветшание-исчезновение в первоизданном виде)» [4].

Необходимо отметить, что в случае, когда речь идет о временной архитектуре быстрого реагирования, приведенные выше теоретические послы не могут не претерпеть существенных изменений: сжатые сроки диктуют свои законы. При этом архитектурный объект должен оставаться результатом осуществления твор-

ческого замысла, несмотря на чрезвычайную ситуацию, вызвавшую его появление. С этой позиции логично вести речь о некоем выработанном «на все случаи жизни» алгоритме, который обеспечил бы «архитектурную» реакцию на конкретные события.

«Слово "архитектура" все чаще стало использоваться в деловом и даже официальном языке вне связи с предметно-материальной реальностью. "Архитектура отношений", "архитектура успеха", "архитектура сети"... Во всех этих случаях слово подразумевает принцип построения, с одной стороны, и организацию взаимосвязей на разных иерархических уровнях – с другой» [5]. «Архитектура – это концепция, определяющая взаимосвязь, структуру и функции рабочих станций в сети. Архитектура определяет принципы построения и функционирования аппаратного и программного обеспечения элементов сети» [6].

В продолжение этих мыслей и в соответствии с темой настоящей статьи отметим, что словосочетание «событийная архитектура», «событийно-ориентированная архитектура» как «архитектура, управляемая событиями (англ. event-driven architecture, EDA)» в последние годы используется в программном обеспечении при создании приложений и систем, управляемых событиями. Эти приложения сконструированы способом, основанным на интерактивности, и ориентированы на непредсказуемые события. С этой позиции логично предложить обратный ход – архитектуре зданий и сооружений воспользоваться методами и приемами цифровых технологий с точки зрения выработки алгоритма быстрого реагирования.

Событийный подход как реакция на непредвиденное изменение ситуации определил следующие методы исследования.

Методы исследования

В настоящее время значительная часть научных трудов, связанных с временной архитектурой, посвящена жилым объектам. В данную категорию входят предварительно собранные переносные модульные объекты, мобильные объекты и сборно-разборные модульные объекты [7, 8]. Три данных типа отличаются друг от друга особенностью перемещения: модульные перевозятся с помощью стороннего транспорта без сборки-разборки, мобильные сами одновременно являются и сооружением, и транспортом, а сборно-разборные модули демонтируются до плоскостных элементов при переезде в новую локацию.

В основном эта типология представлена двумя типами:

- современная жилая временная архитектура (модульные и мобильные туристические жилые объекты, вахтовые поселения) [9];

- историческая жилая и общественная временная архитектура (чумы, юрты, яранги) [10].

В этой связи и в определение понятия архитектура быстрого реагирования входит именно архитектура жилых объектов: «Архитектура быстрого реагирования – это архитектура временных, быстровозводимых жилых объектов и поселений как оказание первой помощи в условиях природных и социально-национальных катаклизмов, коммунальных катастроф (маневренный жилой фонд), а также при проведении культурных и спортивных мероприятий со значительным притоком туристов [11]. При работе с БОСИ, несмотря на типологические отличия, могут быть использованы принципы архитектуры быстрого реагирования».

Напомним, что жилье находится за границами настоящей статьи, посвященной быстровозводимым объектам социальной инфраструктуры (далее – БОСИ).

Быстровозводимые объекты социальной инфраструктуры – это временные архитектурные объекты образования и воспитания, объекты здравоохранения, объекты физической культуры и спорта, объекты культуры и искусства, объекты социальной поддержки населения, объекты религиозного назначения, объекты общественного питания, возводимые с применением быстровозводимых конструктивных систем [12].

Как было сказано выше, БОСИ существенно отличаются от других объектов временной архитектуры, таких как:

- временная архитектура объектов эко-туризма (глэмпинги, кэмпинги);

- многофункциональные быстровозводимые объекты в рамках крупных градостроительных концепций временных городов на суше, на воде и в Арктике;

- временные сооружения для публичных мероприятий (форумы, праздники, фестивали, концерты).

При этом «привнесение эстетики предметного дизайна в архитектурные объекты неизбежно сказывается не только на композиционно-художественных, но и на конструктивных решениях зданий и сооружений» [13].

При проектировании временных сооружений общественного назначения всех типов, включая БОСИ, важным параметром является заранее продуманный жизненный цикл архитектурного объекта. После завершения планируемого срока функционирования происходит либо демонтаж объекта, либо его превращение в капитальный объект посредством реконструкции [14]. Также возможны варианты его при-

способления под иную функцию, пространственные трансформации, меняющие масштаб сооружения с существующей функцией и перенос объекта на другую проектную площадку.

Архитектура, возникающая в результате катастроф и чрезвычайных ситуаций, получает новые витки своего развития именно во времена новых вызовов. За XX век из-за военных конфликтов и эпидемий пережила серьёзную трансформацию архитектурная типология временных госпиталей – из отдельностоящих палаток и шатров госпитали превратились в крупные комплексы, объединяющие несколько взаимосвязанных корпусов и работающих по принципам хорошо отлаженного, выверенного механизма. В 2020 г. ввиду пандемии Covid-19 начался новый этап в развитии быстровозводимых инфекционных госпиталей (рис. 1). С учётом специфики симптоматики вируса нововведения коснулись главным образом площадей лечебных палат, нормирования габаритов всех горизонтальных коммуникаций и особенностей расположения лечебных корпусов; с учётом специфики масштаба пандемии и скорости распространения вируса были усовершенствованы конструктивно-технологические особенности пневматических и модульных госпиталей, что повлияло на ускорение скорости сборки [15].

Пандемия коронавируса 2019–2021 гг. также повлияла на трансформации архитектурных типов БОСИ: в 2020–2021 гг. появились примеры объектов религиозного назначения, объектов социального обслуживания населения (см. рис. 1).

В рамках теоретических и учебных проектов по всему миру регулярно разрабатываются проекты БОСИ для людей, пострадавших от катастроф, беженцев, вынужденных переселенцев и бездомных.

Одна из тенденций в быстровозводимой архитектуре катастроф сегодня – применение материалов, не предназначенных для строительства, а также материалов, образовавшихся в результате катастроф. Это и создание в Азии и Африке школ и детских садов из стеклянных и пластиковых бытовых отходов [16], и применение обломков разрушенных зданий в дорожном строительстве [17].

При этом основной и преобладающий вектор развития БОСИ связан именно с предварительно собранными модульными, оболочковыми, пневматическими, каркасными объектами, поскольку основные значимые критерии событийной архитектуры сегодня – быстровозводимость, временность, возможность трансформации, простота и скорость сборки.

Для регионов, находящихся в агрессивных климатических зонах, важна степень адапта-



Пост-пандемический офис, проект, Cubicall, 2021



Временная часовня Креста Альгамбры, Sociedad Colombiana de Arquitectos + Alsar Atelier + GB Urban Studio, Колумбия, 2021



Пандемический госпиталь на 1 тыс. мест., Ухань, Китай, 2020 г.



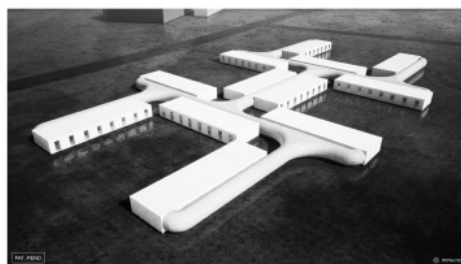
Школа для пост-пандемического периода Infility 6, Crossboundaries, Китай, 2020



Госпиталь повышенной вместимости в ЛД «Крылатское», Москва, 2020 г.



Проект временной школы, адаптированной под Covid-19, SOM, 2020 г.



Модульная Больница Скорой Медицинской Помощи, MMW architects, 2020 г.



"Модуль индивидуальной защиты для медицинских работников", междисциплинарное бюро Plasticue Fantasticue, Германия, 2020 г.

Рис. 1. Примеры временной архитектуры в период пандемии коронавируса 2019–2021 гг.
Fig. 1. Examples of temporary architecture during the 2019–2021 coronavirus pandemic

ции архитектурного объекта под них [18]. На примере арктической архитектуры это отражается в объёмно-пространственной композиции (аппроксимация или, напротив, усложнение общей формы объекта и отдельно фасадов в зависимости от ориентации объекта по солнцу, а также скругление углов, подъём объекта над поверхностью), в функционально-планировочном (наиболее компактная планировка, чёткое разделение функциональных зон), конструктивно-технологическом (применение новей-

ших типов утеплителей, модульных и легко заменяемых элементов на фасадах) и композиционно-художественном аспектах (яркие колористические решения, эстетика технологичности и индустриальности, крупная инфографика на фасадах).

Основная категория граждан, являющихся пользователями БОСИ, – это *беженцы и вынужденные переселенцы*, пострадавшие в результате военных конфликтов, социальных кризисов, эпидемий и пандемий, катастроф природного

и техногенного характера. Быстровозводимая архитектура для данной категории населения в первую очередь является ответом на сложившиеся обстоятельства, что сильно влияет на её градостроительные, функционально-планировочные и конструктивные особенности.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. ЧС подразделяют на следующие виды:

- природные: сильные морозы, град, сели, ураганы, цунами;
- техногенные: взрыв, авария, пожар (спровоцированы деятельностью человека);
- экологические: связаны с изменением биосферы (опустынивание);
- биологические: эпидемия, эпизоотия;
- социальные: военные конфликты, политические кризисы, терроризм [19].

ЧС могут носить локальный, муниципальный, региональный, федеральный характер. При отнесении к той или иной группе учитывается масштаб происшествия, число пострадавших и материальный ущерб. По скорости развития выделяют внезапные, стремительные, умеренные [20].

Результаты исследования

Архитектура БОСИ напрямую зависит от факторов её возникновения. На это влияет масштаб стихийных бедствий и катастроф, регион строительства или развёртывания быстровозводимых объектов. При спасении и реабилитации пострадавших жителей при экстремальных ситуациях важнейшими параметрами является скорость оказания мер поддержки и уровень работанности алгоритма действий. Архитектура быстрого реагирования встраивается в этот алгоритм на этапе, который зависит от масштаба, скорости распространения и характера катастрофы.

Предложим классификации событийных подходов к организации БОСИ в зависимости от разных оснований:

- в зависимости от срока действия ЧС;
- в пострадавшем регионе (на территории действия ЧС) в зависимости от типа ЧС;
- в принимающем регионе (за пределами территории ЧС).

1. Событийные подходы к формированию БОСИ в зависимости от срока действия ЧС.

1.1. При краткосрочном ЧС (до 24 часов) и среднесрочном (от 24 часов до нескольких дней).

При краткосрочном ЧС производится эвакуация населения и формирование временных пунктов размещения в принимающем регионе либо на безопасном удалении от радиуса поражения ЧС в пострадавшем регионе. В данном случае применяются необходимые для жизнеобеспечения и оказания первой помощи типы БОСИ: госпиталь повышенной вместимости, пункт распределения беженцев, центр экстренной помощи беженцам. При таком подходе рекомендуется применять пневматическую, модульную и мобильную конструктивную систему для вновь возводимых объектов. При размещении пострадавших в ближайших населённых пунктах рекомендуется приспособлять нефункционирующие большепролётные объекты, а также организовывать вновь возводимые БОСИ в «пустотах» городской ткани; существующие объекты здравоохранения приспособлять под нужды пострадавших без замены функции, с возможностью организации дополнительных быстровозводимых пневматических и мобильных корпусов.

Также по завершении краткосрочного ЧС производится реконструкция существующих объектов социальной инфраструктуры (ОСИ) в пострадавшем регионе и организация временных БОСИ в непосредственной близости от реконструируемых объектов при соблюдении допустимых расстояний от строительной площадки.

1.2. При долгосрочном ЧС (от нескольких дней до нескольких месяцев или лет).

При среднесрочном и долгосрочном ЧС необходима организация новых БОСИ всех типов в принимающем регионе путём:

- приспособления ОСИ под современное использование с заменой функции;
- организации встроено-пристроенных БОСИ.

В данном случае необходима организация БОСИ всех типов. Наиболее подходящие конструктивные системы: каркасная и модульная. В пострадавшем регионе необходимо формирование БОСИ и приспособление ОСИ с изменением планировочных параметров (при пандемиях и эпидемиях). При долгосрочном ЧС необходимо учитывать возможность изменений, пространственных и функциональных трансформаций в течение всего цикла эксплуатации. Возможны сценарии изменений БОСИ, такие как расширение, увеличение площади отдельных функциональных блоков, их сокращение и уменьшение, преобразование БОСИ в капитальный объект с длительным сроком эксплуатации и возможностью использования по завершении ЧС, частичная или полная утилизация.

По результатам настоящего исследования приведены классификации факторов, влияю-

щих на градостроительный подход к организации БОСИ.

По территории развёртывания. В принимающем регионе:

- в автономных лагерях беженцев;
- в условиях городской застройки.

В регионе, пострадавшем от катастрофы:

- в депрессивных либо разрушенных городских и сельских районах;
- за пределами населённого пункта в радиусе 10 км от него.

По функции:

- БОСИ, необходимые для экстренной помощи (объекты медицины, объекты социальной поддержки населения);

- все архитектурные типы БОСИ с возможностью краткосрочного или долгосрочного роста, развития, трансформации.

По способу монтажа:

- развёртывание предварительно собранных объектов либо их компонентов;
- возведение на месте из предварительно доставленных материалов;
- возведение на месте из локальных материалов и имеющихся производственных мощностей.

2. Событийные подходы к формированию БОСИ в пострадавшем регионе (на территории действия ЧС) в зависимости от типа ЧС.

2.1. При работе с последствиями природных и техногенных катастроф без выбросов ядовитых химических веществ и возможностью для населения без вреда для здоровья продолжать жизнедеятельность в регионе. Актуально применение временных быстровозводимых госпиталей, пунктов временного размещения граждан и центров гуманитарной помощи с самой высокой скоростью строительства (развёртывания). В данном случае актуально применение пневматических, мобильных и модульных конструктивных систем, предварительно собранных конструкций с детально проработанными вариантами схем развёртывания и сборки на этапе проекта. Такие объекты возводятся за чертой населённого пункта либо на крупных пустых участках (площади, открытые автомобильные парковки, парки). Применение таких объектов является мерой экстренной помощи.

2.2. При работе с последствиями природных и техногенных катастроф без выбросов ядовитых химических веществ и возможностью для населения без вреда для здоровья продолжать жизнедеятельность. При повреждениях существующих ОСИ актуально применение сети небольших рассредоточенных БОСИ: медицинских пунктов, пунктов гуманитарной помощи, центров социальной поддержки населения, объектов воспитания и образовательных классов, спортивных площадок. Такие объекты могут на время ком-

пенсировать утраченные либо повреждённые ОСИ и представляют собой временные тентовые либо каркасные сооружения павильонного типа, а также отдельностоящие модульные конструкции. Возведение временных объектов может послужить первым значительным, но не слишком затратным действием для восстановления деградирующих территорий и городов, пострадавших от военных конфликтов [21–23].

2.3. При пандемиях и эпидемиях актуально применение госпиталей повышенной вместимости модульного и пневматического типа, а также приспособление большепролетных зданий (вокзалы, аэропорты, выставочные центры и концертные залы) под функцию госпиталя. Остальные типы БОСИ интегрируются в городскую среду и на время заменяют существующие ОСИ благодаря изменённым параметрам планировки в зависимости от специфики вируса в целях соблюдения мер безопасности.

3. Событийные подходы к формированию БОСИ в принимающем регионе (за пределами территории ЧС).

3.1. Интеграция встроено-пристроенных БОСИ к существующим ОСИ в сложившихся городских районах возможна в случае нехватки мест для социального обслуживания пострадавшего населения, эвакуированного из региона, претерпевшего катастрофу. На практике такой подход заключается в возведении временных сооружений на территориях школ, детских садов, поликлинических больниц, центров культуры и искусства, мастерских и офисов. Возводимые сооружения либо дублируют существующую в ОСИ функцию, либо вводят недостающую.

3.2. Приспособление существующих ОСИ под современное использование осуществляется, во-первых, путём интеграции модульных структур в крупные ОСИ, имеющие зальные пространства (примеры – центры распределения беженцев Ближнего Востока в аэропортах Западной Европы, пандемические госпитали в крупных выставочных центрах в Москве в 2020 году).

3.3. Развёртывание отдельно стоящих многофункциональных комплексов БОСИ за чертой города, а также в парках, скверах, на открытых автомобильных парковках, на площадях. Такой подход может быть применён в случае острой единовременной нехватки большого количества мест какого-либо объекта социальной инфраструктуры. Наиболее возможные архитектурные типы: госпитали повышенной вместимости либо многофункциональные комплексы, включающие в свою структуру все типы БОСИ.

4. Исходя из событийных подходов к формированию архитектуры БОСИ, предложены их типологические модели.

4.1. При эвакуации и госпитализации населения в условиях пандемий, эпидемий, военных конфликтов, а также землетрясений и наводнений применяется типологическая модель БОСИ автономного типа (рис. 2).

Данная модель формируется на основе единовременного развёртывания объекта при возможности дополнения или демонтажа и включает в себя один архитектурный тип. Для данной модели характерны высокая скорость свёртывания-развёртывания (от 1 до 7 дней) и предварительная сборка-изготовление элементов.

Градостроительные особенности модели БОСИ автономного типа: расположение за чертой населённого пункта или на периферии; для возведения объекта необходима незастроенная пустая территория с ровным рельефом площадью от 1000 м².

Объёмно-пространственная композиция БОСИ по модели автономного типа: сеть идентичных по форме и конструктивной системе корпусов, связанных крытыми переходами, этажностью не более двух этажей, в которой имеется 1–3 главных объёма и 3–7 второстепенных.

Функциональная схема горизонтальная, планировочная система смешанная – как правило, зальная и ячейковая.

К модели БОСИ автономного типа применимы конструктивные системы: объёмно-блочная, мобильная, пневматическая, а также их сочетание.

Условия применения модели автономного типа: срочная реабилитация большого потока беженцев (от 300 человек) в кратчайшие сроки в результате последствий ЧС муниципального, регионального и федерального характера.

В течение эксплуатации БОСИ по модели автономного типа может расширяться за счёт увеличения площади корпусов и добавления новых функциональных блоков, а также уменьшаться за счёт противоположных процессов. При этом все изменения могут происходить одновременно.

Возможно от 3 до 20 циклов монтажа-демонтажа объекта в зависимости от износа покрытий, соединений несущих конструкций, срока и интенсивности эксплуатации в развёрнутом состоянии.

Основные архитектурные типы, актуальные для данной модели:

- госпиталь повышенной вместимости;
- центр экстренной помощи для беженцев.

4.2. При реконструкции и реабилитации пострадавших от краткосрочного и среднесрочного ЧС городских районов, а также при интеграции временной архитектуры в сложившиеся городские районы применяется типологическая модель БОСИ *встроенно-пристроенного типа* (рис. 3).

Типологическая модель БОСИ *встроенно-пристроенного типа* формируется на основе включения БОСИ разных типов в существующую застройку.

БОСИ по модели *встроенно-пристроенного типа* располагаются в деловых и смешанных районах города.

Формы интеграции БОСИ по данной модели в сложившуюся городскую ткань:

- размещение на плоских кровлях капитальных общественных зданий (при предварительном положительном заключении экспертизы строительных конструкций существующего объекта и при соблюдении всех условий СП 1.13130.2020 (изм. 21.11.2023) «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;
- примыкание к глухим участкам стен зданий офисов и учебных корпусов заведений профессионального образования;
- примыкание к первым этажам общественных зданий;
- встраивание в первые этажи общественных зданий.

Конструктивные системы модели БОСИ № 2 *встроенно-пристроенного типа*:

объёмно-блочная, каркасная, оболочковая.

Общая площадь БОСИ *встроенно-пристроенного типа* уменьшается относительно нормативной на 20 %.

Организация БОСИ на плоских кровлях капитальных общественных зданий реализуется путём возведения или развёртывания одноэтажного временного объекта из конструкций предварительной сборки в сроки от 1 до 14 дней. Конструкции доставляются на крышу через вертикальные коммуникации существующего объекта с помощью подъёмного крана или вертолёт в зависимости от градостроительных, планировочных и объёмно-пространственных особенностей существующего объекта, а также от условий применения.

Архитектурные типы капитальных ОСИ: здания офисов, здания торговых центров. Архитектурные типы вновь возводимых БОСИ: объекты дошкольного образования, объекты культуры и искусства, объекты спорта и физической культуры.

4.3. При эвакуации населения от долгосрочного ЧС в принимающем регионе применяется типологическая модель БОСИ с *приспособлением существующих ОСИ* (рис. 4). Под данную категорию попадают те типы ЧС, при которых необходимо перемещение пострадавших граждан в приспособляемые объекты с целью жизнеобеспечения, реабилитации и лечения на длительный период (от нескольких недель до нескольких месяцев и до года). Типологиче-



Рис. 2. Типологическая модель БОСИ автономного типа
Fig. 2. Self-contained BOSI typological model

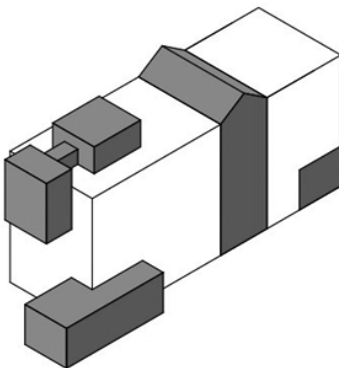
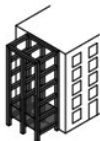
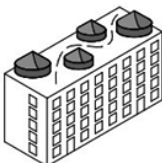
ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОСИ №2 ВСТРОЕННО-ПРИСТРОЕННОГО ТИПА		
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
Объект или группа объектов встроенно-пристроенного типа, функционально взаимосвязанная с существующим капитальным объектом Основные особенности модели: - функциональная взаимосвязь с существующим капитальным объектом - небольшой размер объектов (площадь до 300 м², этажность до 3-х эт.) - монтаж объектов к стенам, крышам и другим поверхностям капитального здания		
УНИКАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИ		
Интеграция в существующую капитальную застройку		
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ		
Существующая городская застройка: - развивающиеся смешанные и жилые районы города - повреждённые катастрофой районы города с перспективой их восстановления		
АРХИТЕКТУРНАЯ ТИПОЛОГИЯ		
- детский сад - спортивная площадка - медицинский пункт		
КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ		
Модульная, каркасная, оболочковая КС		
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ		
В принимающем регионе и в регионе стихийного бедствия (в пределах территории РФ)		
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ		
- необходимость расселения беженцев в развивающемся городе либо районе - «реанимация» сложившейся застройки		
ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА		
		
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОПР		
 «Приставной» каркас к торцу существующего капитального объекта	 На плоской крыше капитального объекта. С открытыми горизонтальными коммуникациями	 Крепление к стенам существующего капитального объекта

Рис. 3. Типологическая модель БОСИ встроенно-пристроенного типа
 Fig. 3. BOSI typological model of built-in-attached type

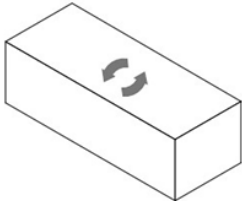
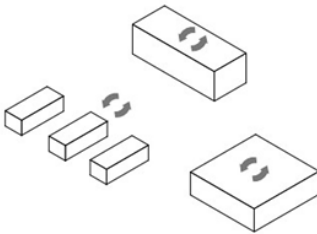
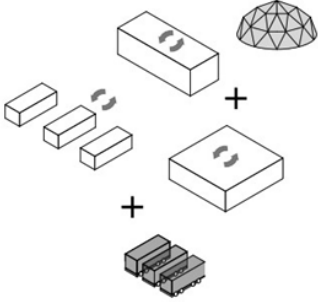
ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОСИ №3 С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОСИ	
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Объект или группа капитальных объектов ОСИ, приспособленные под условия экстремальных ситуаций	
УНИКАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИ	
Приспособление существующих капитальных объектов в БОСИ	
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	
- размещение БОСИ внутри существующих большепролётных капитальных зданий в городской застройке (вокзалы, аэропорты, стадионы, театры) - изменение функции существующих туристических баз отдыха, оздоровительных детских лагерей, санаториев	
АРХИТЕКТУРНАЯ ТИПОЛОГИЯ	
- госпиталь широкого профиля - пункт распределения беженцев - пункт временного размещения беженцев	
КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	
Интеграция в существующий объект модульной, пневматической или мобильной структуры	
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	
В принимающем регионе и в регионе стихийного бедствия (в пределах территории РФ)	
ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА	
	
	

Рис. 4. Типологическая модель БОСИ с приспособлением существующих ОСИ
Fig. 4. BOSI typological model with adaptation of existing CSIs



Рис. 5. Типологическая модель БОСИ комплексного типа
Fig. 5. BOSI complex type typological model

ская модель БОСИ с приспособлением существующих ОСИ формируется на базе сложившихся капитальных объектов общественного назначения.

Основные формы привязки модели с приспособлением к архитектурным типам БОСИ:

- приспособление ОСИ с изменением функции и перепланировкой без демонтажа существующих конструкций;
- приспособление ОСИ с изменением функции и перепланировкой с демонтажем существующих самонесущих конструкций;
- приспособление ОСИ без изменения функции, демонтажа существующих конструкций;
- приспособление комплексов ОСИ с частичным изменением функции и интеграцией на территорию комплекса новых быстровозводимых объектов.

БОСИ с приспособлением ОСИ с изменением функции и перепланировкой без демонтажа существующих конструкций.

В условиях притока беженцев в регион или город рекомендуется приспособлять здания нефункционирующих вокзалов, аэропортов, театров, выставочных комплексов под современное использование.

Данные типы объектов характеризуются наличием большепролетных зальных пространств с большой высотой этажа. В зальные пространства интегрируются быстровозводимые временные структуры БОСИ. Такое приспособление реализуется под функции:

- госпиталя повышенной вместимости в условиях пандемии;
- временного пункта размещения беженцев;
- пункта распределения беженцев.

Вновь возводимые БОСИ по площади застройки не должны превышать 30 % от площади застройки приспособляемых ОСИ.

Применение модели БОСИ с приспособлением ОСИ без изменения функции, демонтажа существующих конструкций рекомендуется при заселении района или населённого пункта беженцами. Модель реализуется при необходимости пользования беженцами существующих зданий дошкольных образовательных учреждений, общеобразовательных школ, профильных классов, медицинских пунктов, поликлиник, заведений питания, объектов коммунально-бытового обслуживания. При таком способе приспособления ОСИ не происходит пространственных, планировочных, конструктивных изменений.

Применение модели БОСИ с приспособлением ОСИ с изменением функции и перепланировкой с демонтажем существующих самонесущих конструкций подразумевает приспособление помещений в зданиях дошколь-

ных образовательных учреждений, общеобразовательных школ, профильных классов, домов культуры под современное использование путём увеличения площади отдельных помещений и формирования «гибких» пространств, пригодных к эпизодическому изменению функции. Самонесущие перегородки демонтируются, применяются приёмы трансформируемой архитектуры.

4.4. При эвакуации пострадавших граждан из региона ЧС в принимающий регион при тяжёлых ЧС без наличия проработанной стратегии дальнейшего расселения применяется модель *комплексного типа* (рис. 5).

Типологическая модель БОСИ комплексного типа формируется на основе поэтапного освоения территории некапитальными объектами, связанными между собой системой общественных пространств, а также на основе приспособленных ОСИ.

Такая модель может быть интегрирована в первую очередь застройки лагеря беженцев и пункты временного размещения, а также в сложившуюся городскую застройку. Модель БОСИ комплексного типа – масштабный комплекс объектов, требующий пространства для транспортного и пешеходного доступа к нему.

Общественные пространства (ОП) играют особую роль в данной модели и представляют собой сеть взаимосвязанных ОП открытого и закрытого типа; ОП позволят обеспечить такие территории необходимой связностью и придать им целостность [24]. Следует отметить, что именно качество, масштаб и наполнение таких пространств в долгосрочной перспективе оказывают влияние на жизнь сообщества беженцев или вынужденных переселенцев, а также на степень их адаптации в принимающем сообществе.

Выводы

Исследование, проведенное в настоящей статье, позволило авторам сделать следующие выводы.

1. Даны определения:

- событийный подход в архитектуре – реакция предметно-материальной среды на непредвиденное изменение ситуации;
- событийная архитектура – ситуационная архитектура быстрого и адекватного реагирования, возникающая вследствие событийного подхода к ее возникновению.

2. В рамках темы статьи в контексте архитектуры проанализированы философские подходы к определению события и событийности.

3. Предложен событийный подход к формированию БОСИ в условиях краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных ЧС.

4. Предложены типологические модели БОСИ и ситуации их применения в зависимости от подходов:

- модель БОСИ автономного типа, формируемая на основе единовременного развёртывания объекта при возможности дополнения или демонтажа и включающая в себя один архитектурный тип;
- модель БОСИ встроенно-пристроенного типа, формируемая на основе включения БОСИ разных типов в существующую застройку;
- модель БОСИ с приспособлением существующих ОСИ;
- модель комплексного типа, формируемая на основе поэтапного освоения территории некапитальными объектами, связанных между собой системой общественных пространств, а также на основе приспособленных ОСИ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аванесов С.С. Событие у М.М. Бахтина как происхождение // Идеи и Идеалы. 2017. Т. 1, № 1(31). С. 23–30.
2. Хайдеггер М. Искусство и пространство / пер. В.В. Бибикина [Электронный ресурс]. URL: <https://litlife.club/books/273806/read?page=1> (дата обращения: 31.12.2024).
3. История философии: энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/history_of_philosophy/487/СОБЫТИЕ (дата обращения: 01.01.2025).
4. Вержбицкий Ж.М. Архитектурная культура. Искусство архитектуры как средство гуманизации «второй природы». СПб., 2010. 132 с.
5. Архитектура компьютерных сетей [Электронный ресурс]. URL: <https://en.ppt-online.org/312056> (дата обращения: 31.12.2024).
6. Гельфонд А.Л. Архитектурный подход к изучению информационного пространства // Архитектура и строительство России. 2021. № 4. С. 40–47.
7. Анисимов Л.Ю. Принципы формирования архитектуры адаптируемого жилища: дис. ... канд. арх-ры: 18.00. 02. 2009. 210 с.
8. Астахова Е.С. Современная мобильная архитектура и мобильное жилище // Инженерный вестник Дона. 2017. Т. 47, №. 4 (47). С. 238. [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/p4u2017/4622 (дата обращения: 31.12.2024).
9. Гамалей А.А., Назарова В. П. Анализ опыта проектирования глэмпинг-парков как объекта индустрии экологического туризма // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, №. 2. С. 25.
10. Урнухбаяр У., Батсух С. Монгольская юрта и ее применение в настоящее время // Символ науки. 2018. № 3. С. 101–102.
11. Аширова М.В., Айдарова Г.Н. Архитектура быстрого реагирования: концепция временного мобильного жилья в условиях чрезвычайных ситуаций // Известия КазГАСУ. 2016. № 2(36). С. 17–22.
12. Пирогов Д.А. Архитектура быстровозводимых объектов социальной инфраструктуры в лагерях беженцев. Функционально-планировочный аспект // Архитектурные сезоны в СПбГАСУ: сб. материалов XIII Регионального творческого форума с международным участием. 2023. С. 116–117.
13. Гельфонд А.Л. О некоторых чертах временной архитектуры в художественном облике общественных зданий // Вестник ПТО РААСН: сб. науч. тр. Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. Вып. 25. С. 59–66.
14. Рюрикова З. А. Тенденции развития временных сооружений общественного назначения в среде большого города: дис. ... канд. арх-ры. М.: МАРХИ. 2009. 149 с.
15. Пишеничникова К.А. Принципы формирования архитектурных объектов медицинского назначения на основе пневматических конструкций в условиях пандемии и постпандемический период // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2021. № 1. С. 73–75. DOI: 10.24412/cl-35672-2021-1-0005.
16. Первая школа из пластиковых бутылок в Азии [Электронный ресурс]. URL: <https://inhabitat.com/asias-first-school-made-of-plastic-bottles-is-3x-stronger-than-concrete/bottle-school-3/> (дата обращения: 31.12.2024).
17. Лысянников А.В., Третьякова Е.А., Лысянникова Н.Н. Переработанный пластик в дорожном строительстве // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. Вып. 7. С. 105–115.
18. Сапрыкина Н.А. Организация безопасного пространства жизнедеятельности в агрессивных климатических зонах: альтернативные подходы // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2022. № 1. С. 134–137. DOI: 10.24412/cl-35672-2022-1-0027.
19. ГОСТ 22.0.03-97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения (п. 3.1.6).
20. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
21. Пчельников В.Н., Дзюба А.В. Актуальность реорганизации деградирующих территорий // Строительство и техногенная безопасность. 2014. № 49. С. 5–11.
22. Щербина Е.В., Белал А.А., Салмо А. Градостроительное восстановление исторических центров сирийских городов, разрушенных войной // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 5. С. 632–640. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.5.632-640.
23. Юнис А., Бакаева Н.В. Градостроительная методика оценки разрушения жилых территорий, пострадавших в результате боевых действий // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 4. С. 165–173. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.20.
24. Гельфонд А.Л. Общественное здание и общественное пространство. Дуализм отношений // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 2. С. 20–33.

REFERENCES

1. Avanesov S.S. Event at M.M. Bakhtin as origin. *Idei i Idealy* [Ideas and Ideals], 2017, vol. 1, no. 1(31), pp. 23–30. (in Russian)
2. Heidegger M. *Iskusstvo i prostranstvo* / per. V.V. Bibikhina [Art and Space/per. V.V. Bibikhina]. Available at: <https://litlife.club/books/273806/read?page=1> (accessed 31 December 2024).
3. History of philosophy: encyclopedia. Available at: https://dic.academic.ru/dic.nsf/history_of_philosophy/487/СОБЫТИЕ (accessed 01 January 2025).
4. Verzhbitsky J.M. *Arhitekturnaja kul'tura. Iskusstvo arhitektury kak sredstvo gumanizacii «vtoroj prirody»* [Architectural culture. Art of architecture as a means of humanizing the “second nature”]. St. Petersburg, 2010. 132 p.
5. Computer network architecture. Available at: <https://en.ppt-online.org/312056> (accessed 31 December 2024).
6. Gelfond A.L. Architectural approach to the study of information space. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia], 2021, no. 4, pp. 40–47. (in Russian)
7. Anisimov L.Yu. *Principy formirovaniya arhitektury adaptiruемого zhilishha*. Cand. Diss. [Principles of formation of architecture of adaptable dwelling. Cand. Diss.]. 2009. 210 p.
8. Astakhova E.S. Modern mobile architecture and mobile housing. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Don Engineering Gazette], 2017, vol. 47, no. 4(47), pp. 238. (in Russian). Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4622 (accessed 31 December 2024).
9. Gamaley A.A., Nazarova V.P. Analysis of glamping parks design experience as an object of ecological tourism industry. *Vestnik evrazijskoj nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2022, vol. 14, no. 2, pp. 25. (in Russian)
10. Urnukhbayer U, Batsukh S. Mongolian yurt and its current application. *Simvol nauki* [Symbol of science], 2018, no. 3, pp. 101–102. (in Russian)
11. Ashirova M.V., Aydarova G.N. Rapid response architecture: the concept of temporary mobile housing in emergency situations. *Izvestija KazGASU* [Izvestia KazGASU], 2016, no. 2(36), pp. 17–22. (in Russian)
12. Pirogov D.A. Architecture of pre-fabricated social infrastructure facilities in refugee camps. Functional and planning aspect. *Arhitekturnye sezony v SPbGASU: sb. materialov XIII Regional'nogo tvorcheskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem* [Architectural seasons in SPbGASU: Sat. materials of the XIII Regional Creative Forum with international participation]. 2023, pp. 116–117. (In Russian).
13. Gelfond A.L. On some features of temporary architecture in the artistic appearance of public buildings. *Vestnik PTO RAASN: sb. nauch. tr.* [PTO RAASN Bulletin: Sat. scientific. tr.]. N. Novgorod, NNGASU, 2022, iss. 25, pp. 59–66. (In Russian).
14. Rurikova Z.A. *Tendencii razvitiya vremennyh sooruzhenij obshhestvennogo naznachenija v srede bol'shogo goroda*. Cand. Diss. [Trends in the development of temporary public buildings in a large city environment. Cand. Diss.]. Moscow, MARHI, 2009. 149 p.
15. Pshenichnikova K.A. Principles for the formation of architectural medical facilities based on pneumatic structures in a pandemic and post-pandemic period. *Nauka, obrazovanie i jeksperimental'noe proektirovanie* [Science, Education and Experimental Design], 2021, no. 1, pp. 73–75. (in Russian) DOI: 10.24412/cl-35672-2021-1-0005
16. *Asia's first plastic bottle school*. Available at: <https://inhabitat.com/asias-first-school-made-of-plastic-bottles-is-3x-stronger-than-concrete/bottle-school-3/> (accessed 31 December 2024).
17. Lysyannikov A.V., Tretyakova E.A., Lysyannikova N.N. Recycled plastic in road construction. *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki* [Izvestia TulSU. Technical sciences], 2017, iss. 7, pp. 105–115. (in Russian)
18. Saprykina N.A. Organization of a safe living space in aggressive climatic zones: alternative approaches. *Nauka, obrazovanie i jeksperimental'noe proektirovanie* [Science, Education and Experimental Design], 2022, no. 1, pp. 134–137. (in Russian) DOI: 10.24412/cl-35672-2022-1-0027
19. State Standart 22.0.03-97. Safety in emergency situations. Natural emergencies. Terms and definitions (clause 3.1.6). (In Russian)
20. Decree of the Government of the Russian Federation of May 21, 2007 No. 304 “On the classification of natural and man-made emergencies”. (In Russian)
21. Pchel'nikov V.N., Dziuba A.V. Relevance of the reorganization of degrading territories. *Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost'* [Construction and man-made safety], 2014, no. 49, pp. 5–11. (in Russian)
22. Shcherbina E.V., Belal A.A., Salmo A. Urban reconstruction of historical centers of Syrian cities destroyed by war. *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2020, vol. 15, iss. 5, pp. 632–640. (in Russian) DOI: 10.22227/1997-0935.2020.5.632-640
23. Younis A., Bakaeva N.V. Urban Planning Methodology for Assessing the Destruction of Residential Areas Affected by Hostilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 4, pp. 165–173. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.20
24. Gelfond AL Public Building and Public Space. Relationship dualism. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2015, no. 2, pp. 20–33. (in Russian)

Об авторах:

ГЕЛЬФОНД Анна Лазаревна

доктор архитектуры, профессор, академик РААСН,
заведующая кафедрой архитектурного проектирования
Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет
603900, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65
главный научный сотрудник
Центральный научно-исследовательский и проектный
институт
Министерства строительства и жилищно-
коммунального хозяйства Российской Федерации
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: gelfond@bk.ru

GELFOND Anna L.

Doctor of Architecture, Professor, Academician of
RAASN,
Head of the Architectural Design Chair
Nizhny Novgorod State University of Architecture and
Civil Engineering
603900, Russia, Nizhny Novgorod, Ilyinskaya st., 65
Chief Scientist
Central Research and Design Institute
Ministry of Construction, Housing and Utilities
of the Russian Federation
119331, Russia, Moscow, Vernadsky pr., 29
E-mail: gelfond@bk.ru

ПИРОГОВ Даниил Александрович

главный специалист Отдела обеспечения
научных исследований
Центральный научно-исследовательский и проектный
институт
Министерства строительства и жилищно-
коммунального хозяйства Российской Федерации
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: daniilspirogov@yandex.ru

PIROGOV Daniil Al.

Chief Specialist, Research Support Division
Central Research and Design Institute
Ministry of Construction, Housing and Utilities
of the Russian Federation
119331, Russia, Moscow, Vernadsky pr., 29
E-mail: gelfond@bk.ru

Для цитирования: Гельфонд А.А., Пирогов Д.А. Событийный подход к формированию архитектуры быстро-
возводимых объектов социальной инфраструктуры // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1.
С. 139–153. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.18.

For citation: Gelfond A.L., Pirogov D.A. Event-based approach to forming the architecture of rapidly constructed
social infrastructure facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15,
no. 1, pp. 139–153. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.18.



НАУЧНО-ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР «АРХИГРАД»



Градостроительство, градостроительная реконструкция, территориаль-
ное планирование, архитектурное и ландшафтное проектирование, ре-
конструкция зданий и сооружений, экспертная деятельность, повышение
квалификации руководителей и специалистов организаций



Татьяна Владимировна ВАВИЛОНСКАЯ
доктор архитектуры, профессор



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 0102
(846) 242-52-21
baranova1968@mail.ru

Г. Ф. ГОРШКОВА
Н. А. ГОГОЛЕВА

ЭВОЛЮЦИОННАЯ СУЩНОСТЬ ФЕНОМЕНА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

OF THE PHENOMENON OF ARCHITECTURAL SPACE

На основе анализа известных изображений архитектурного человека показаны исторические этапы его взаимодействия с пространством. Объясняется неразрывная взаимосвязанность сознания и движения человека с процессом формирования и формообразования в архитектурном пространстве.

Ключевые слова: геометрическая формула архитектуры, архитектурное пространство и взаимодействие с ним человека

Архитектура, «как сложная искусственная система, не могла возникнуть, если бы в самом механизме познания человеком объективного мира не были подготовлены благоприятные факторы для ее появления» [1, с. 30]. Архитектурную деятельность можно рассматривать как систему совместного общения между человеком и пространством, при этом «человек архитектурный» и «архитектурное пространство» – элементы этой системы» [2, с. 27–29]. Утверждается, что «каждое живое существо, а человек особенно, возникая и развиваясь в пространстве, распространяется вовне от самого себя, от своего внутреннего центра, от своего "я"» [3, с. 18].

Рассматривая весь временной диапазон архитектурной истории [4], можно выделить ряд ключевых этапов, в которых демонстрируется тесная взаимосвязь между геометрическим характером архитектурного формообразования и графическим изображением человеческой фигуры. В последовательности этих этапов прослеживается историческая корреляция и синхронизм в восприятии пространства человеком в отношении самого себя, архитектурных объектов (по их проекциям) и характера цивилизационных процессов, проходящих на момент в социуме.

Эволюция пространственного сознания в архитектуре, представленная здесь рисунками, отражает основные характеристики каждого из моментов архитектурной истории (рис. 1). Смысловое содержание в каждом из рисунков определяется в первую очередь через отношение между структурной геометрией

Based on the analysis of known images of an architectural person, the historical stages of his interaction with space are shown. The inextricable interconnectedness of human consciousness and movement with the process of formation and formation in the architectural space is explained.

Keywords: the geometric formula of the architecture; architectural space and human interaction with it

пространства и фигурой человека. В каждом из графических примеров отражаются в рисунке или проявлены в чертеже проекционные уровни, определяющие особенности актуального пространственного сознания.

Витрувий (рис. 1, а) в 1 в. до н.э. фиксирует эпоху Древнего Рима, когда в крестообразной форме фигуры человека отражалась поверхностная направленность на имперское освоение территорий по четырём сторонам света. Известно, что устройство военных поселений и городов было подчинено крестообразному пересечению двух главных направлений: север-юг (Кардо) и запад-восток (Декуманос). На рисунке плоскость квадрата изображает невидимую геодезическую сетку параллелей и меридианов на условной поверхности Земли с углом между ними в 90°. Через территориальную поверхность Земля, сообщая свою энергетическую силу, направляла человека и балансировала его активное продвижение по поверхности. Как видно из рисунка, множеством непроявленных линий-связей знания о пространстве человек получал из непознаваемой области деятельности (вокруг кистей рук) на основе ручного труда. При этом центр пространственного сознания находится между линией образов и линией сердца, осуществляя эмоциональный баланс. Круг вокруг головы, диаметр которого проходит через линию глаз, обозначает сферу зримых мыслеобразов. Через оптическое зрение образная логика (ум) пространства соединяется с уровнем знаний человека.

Л. Да Винчи (рис. 1, б) в 1490 году создал рисунок, представляющий канон пропорций

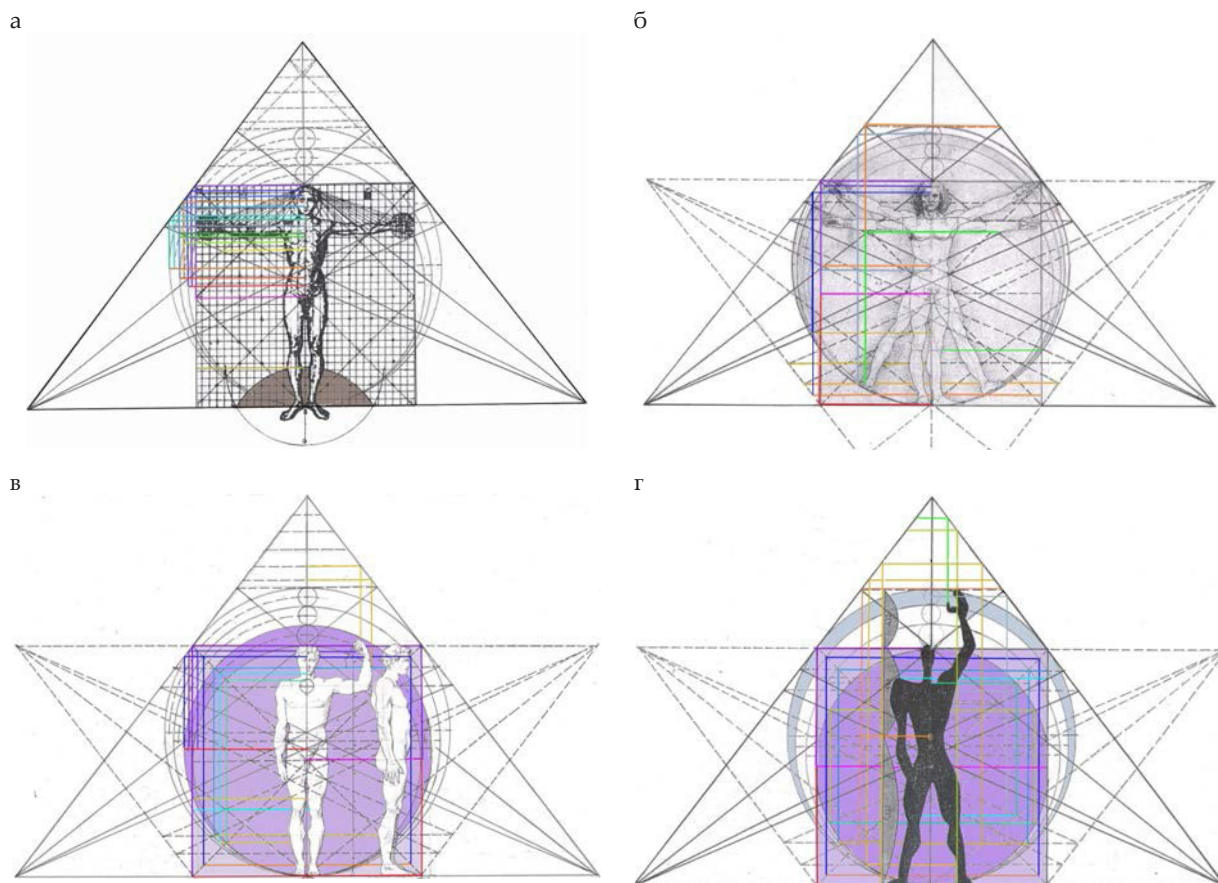


Рис. 1. Фигура человека как отражение актуального пространственного сознания
Fig. 1. Human figure as a reflection of actual spatial consciousness

человеческого тела. В нем Леонардо усовершенствовал концепцию Витрувия, «сделав возможным одновременное восприятие двух отдельных, наложенных друг на друга прозрачных изображений, таким образом указав на возможность перехода из одной позиции в другую» [5, с. 82]. Им же еще в ранних рисунках «формулировался основополагающий принцип «активного движения», которое объект выполняет «в себе», не изменяя положения в пространстве» [5, с. 80].

Действительно, как это выявляет анализ рисунка, геометрическая структура выражает в первую очередь важность нового понимания пространства как взаимосвязанного процесса сознания и процесса движения, но не внешнего (по поверхности земли), а внутреннего (вверх) – духовного. В отличие от первого рисунка, здесь движение зависит не от силы притяжения Земли, но от проекционной силы Неба, а именно от сферы небесного духа. Точки пересечения квадрата и круга обозначают механизмы пространственного взаимодействия в момент актуализации. В тот момент единство интуитивного мышления и логики движения возможно при

включении фактора божественной (золотой) гармонии при формировании матрицы (рисунка) в пространстве движения. При этом сила движения, поднимая сознание над плоскостью бытия, активирует аналитический (проявленный) уровень мышления. Эта система новых отношений пространства и человека на несколько столетий предопределила известную в истории архитектуры эпоху науки и искусства, называемую Ренессансом.

Академический рисунок (рис. 1, в), выполненный в Санкт-Петербурге в рамках императорской Академии художеств, был разработан преподавателями в качестве образца «в профиль и фас» фигуры человека. В 1772 году было издано «Изъяснение краткой пропорции человека, основанной на достоверном исследовании разных древних статуй», которому должен следовать начинающий художник [6]. Здесь, в отличие от рисунка Леонардо, рука художника не касается небесных сфер, она ограничивается духовной сферой Земли, что означает усвоение человеком информации, получаемой им из поля планеты, которая напрямую проецируется из сакральной части небесного бытия.

Божественная гармония, через проекцию из сакральной области небес, определяет эпоху важности архитектуры как реального объемно-пространственного искусства. Изображение в двух проекциях сразу, а также более точная и выразительная прорисовка тела человека подготавливают человека к важности зрительного восприятия объемной формы. Объединение двух проекций в трехмерную реальность требует тренированности объемно-пространственного воображения. Отсюда большое внимание к точности академического художественного образования.

Этому способствует параллельная возможность информационного расширения пространства: привычного через установившиеся (рациональные) знания о пространстве, с одной стороны, и интуитивного (еще не явленного) мышления – с другой. Об этом свидетельствует положение кисти руки. Точность внешнего формообразования в пространстве гарантируется кончиками пальцев, через которые человек получает и проявляет свои познания о реальности. Для изящной формы через интуитивное (внутреннее) «сканирование» информационного поля планеты происходит обогащение ментальной способности к формообразованию. Линия между знанием и мыслью проходит точно внутри ладони, архитектор проявляет ее через эскизы рисунков и чертежей. Через ручное рисование информация из поля планеты становится новым актуальным знанием архитектора. При этом образы (очертания формы) проявляются синхронно с моментом решаемой задачи.

Ле Корбюзье (рис. 1, г) представил фигуру человека, заключенную в квадрат, в виде системы взаимодействия с пространством под названием «модуль» как «средство измерения, основой которого является рост человека и математика» [7, с. 250]. Далее он утверждает, что «человек с поднятой рукой даст нам точки, определяющие занятое пространство...» Действительно, несмотря на очевидную условность очертаний фигуры, удивляет точность совпадения её немногих точек с взаимодействием линий, определяющих актуальное качество цивилизационного момента в архитектуре, получившего в XX веке наименование «модернизм», таких как точность, лаконичность и расчетливость формообразования. Кубическая структура пространства обеспечивает внешнее восприятие объемно-пространственной формы зачастую как композиционно упрощенной или аскетичной.

Рисуя человека, достигшего рукой небесных горизонтов, автор «модуля», по сути, предсказал к концу века революционный прорыв за пределы привычного жизненного про-

странства, в пока не познаваемую область бытия. Нарисованная им «архитектурная рука» обеспечила человечеству проекцию небесной сферы в точку жизненной силы, пробудив ментальную устремленность ввысь. Божественная (золотая) проекция предопределила точность математических расчетов. Другой фактор – фактор движения – стал новой явностью на протяжении прошедших ста лет, повернув внимание к линейной форме как по горизонтальному, так и вертикальному типу пространственного мировосприятия и формообразования. Всё это определило свершившийся к концу века прогресс в области строительной и промышленной технологий в градостроительстве и архитектуре.

Современное представление (рис. 2) о структуре архитектурного пространства также может быть обозначено через фигуру человека, поскольку «само человеческое тело с его космическими соответствиями может стать инструментом познания действительности...» [8, с. 15]. Архитектурное пространство становится сложной искусственной системой познания человеком устройства объективного мира, а архитектурную деятельность можно рассматривать как систему совместного общения между человеком и планетой Земля. Через глобальную структуру пространства изменяется пространственное сознание человека [9].

В настоящее время продолжается процесс усложнения и гармонизации пространственного взаимодействия, поскольку «основные параметры человека идеально точно соответствуют важным закономерностям масштабной гармонии Вселенной» [10, с. 9], а планета своими



Рис. 2. Современное представление об устройстве жизненного пространства
Fig. 2. Modern idea of the structure of living space

размерами ($R_{\text{Земли}} = 0,64 \times 10^7 \text{ м}$) демонстрирует уникальную согласованность с пирамидой световой проекции ($H/L = 0,64$). При этом также известно, что «число π олицетворяет собой ... границу между квадратом и кругом, между обычным сознанием и сознанием внешним...», оно символизирует все то, что называют трансцендентными числами» [11, с. 95]. Эту трансцендентность, т. е. запредельное влияние на наш бытийный мир, человек испытывает не только обращаясь к абстрактным или сакральным высотам, но также к непознанным глубинам, где кодируются потоки различных энергий, сферически входящих в реальное кубическое пространство и через планету определяющих пространственное сознание человека на всех уровнях: глобальном, территориальном, социальном, индивидуальном.

В настоящее время в литературе о феномене пространства констатируется, что «пространство заполнено громадным количеством энергии, управлять которой можно информацией, формируя различные материальные потоки...», «но люди почти никогда не видят причин и мотивов того или иного действия, а видят только следствие вещественных взаимодействий в природе» [12, с. 137].

Прошедшие 2000 лет в истории архитектуры показывают, что цивилизационные повороты во взаимодействии человечества с пространством происходят во времени с разными интервалами, которые постоянно сокращаются. Этот процесс сопровождается усложнением пространственного сознания за счет взаимодействия двух геометрических (информационных) структур пространства – кубической и сферической: первая (рациональная) определяет трехмерное построение сознания человека, вторая (иррациональная) расширяет круг интеллектуальных (абстрактных) понятий и системы образного творчества. Зазор между двумя сферами (Земли и Неба) как часть жизненного пространства недоступна человеку для понимания. Сознание человека, соединяя Небо и Землю, влияет на жизнь человечества, через него пространство «дышит» во времени, помогая развитию земной цивилизации. Развитие экзистенциального (сущностного) сознания на Земле (рис. 3) иллюстративно представлено в трёх примерах пространственного восприятия и отражения цивилизационного бытия.

Картина мира американского племени ирокезов (рис. 3, а) иллюстрирует стадию природного взаимодействия человека с пространством, когда «человекообразность бытия и Божества есть снизу увиденная истина, которая сверху открывается как создание Богом человека по своему образу и подобию. Человек не толь-

ко микрокосм, но и микротеос («микробог»). «Познавая себя, человек познает не только Мировоздание (Макрокосм), но и Бога» [13, с. 15]. А планета Земля отгораживает бытийный мир от внешней, объективной, опасности тонким слоем биосферной оболочки. При этом, как видно из чертежа, «древо жизни» указывает на будущее возрастание пространства жизненной сферы. Потенциальная возможность расширения пространственного сознания заложена в закрученной пружине, которая размещена на уровнях, символизирующих мыслительное выражение духовного баланса в пространстве будущего человека – среди звездного Неба. Однако в случае естественного существования жизненное пространство слабо защищено узкой полусферой Земли, символизирующей ее духовную (информационную), биосферную оболочку.

В начале новой эры (рис. 3, б) проявляется важный этап взаимодействия природы и человека: планета Земля начинает направлять человека к трехмерной, глобальной системе пространственного бытия. В процессе эволюции, в связи с разумной деятельностью человека, являющейся решающим фактором ее развития, возникает новое состояние природной биосферы, понимаемое современной наукой как «ноосфера» (от гр. *noos* = разум). Архитектура как строительное искусство получила новое представление об идеальном формотворчестве в пространстве. Через интерьерную поверхность здания планета впервые показывает виртуальную схему передачи нового знания о себе самой, о своей геометрии как об идеальной сферической форме.

Совмещение профильных проекций глобуса Земли и здания Пантеона позволило увидеть тот самый момент проявления взаимосвязанности материальной формы и новой ступени духовного развития человечества. Замечательно, что виртуальная проекция формы глобуса осуществилась на внутреннюю поверхность купола, в то время как внешнее образное построение объема сложилось исходя из более примитивного, но понятного ещё в античности, ступенчатого наложения плоских колец. При этом небесная сфера на данный исторический момент еще только готовится формироваться, проникая в свернутом виде через отверстие в куполе. Этот процесс пространственного развития человечества через архитектуру растянулся вплоть до XX века (по В.И Вернадскому), когда человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую карту планеты Земля, расселился по всей ее поверхности. Человечество своей жизнью стало единым целым.

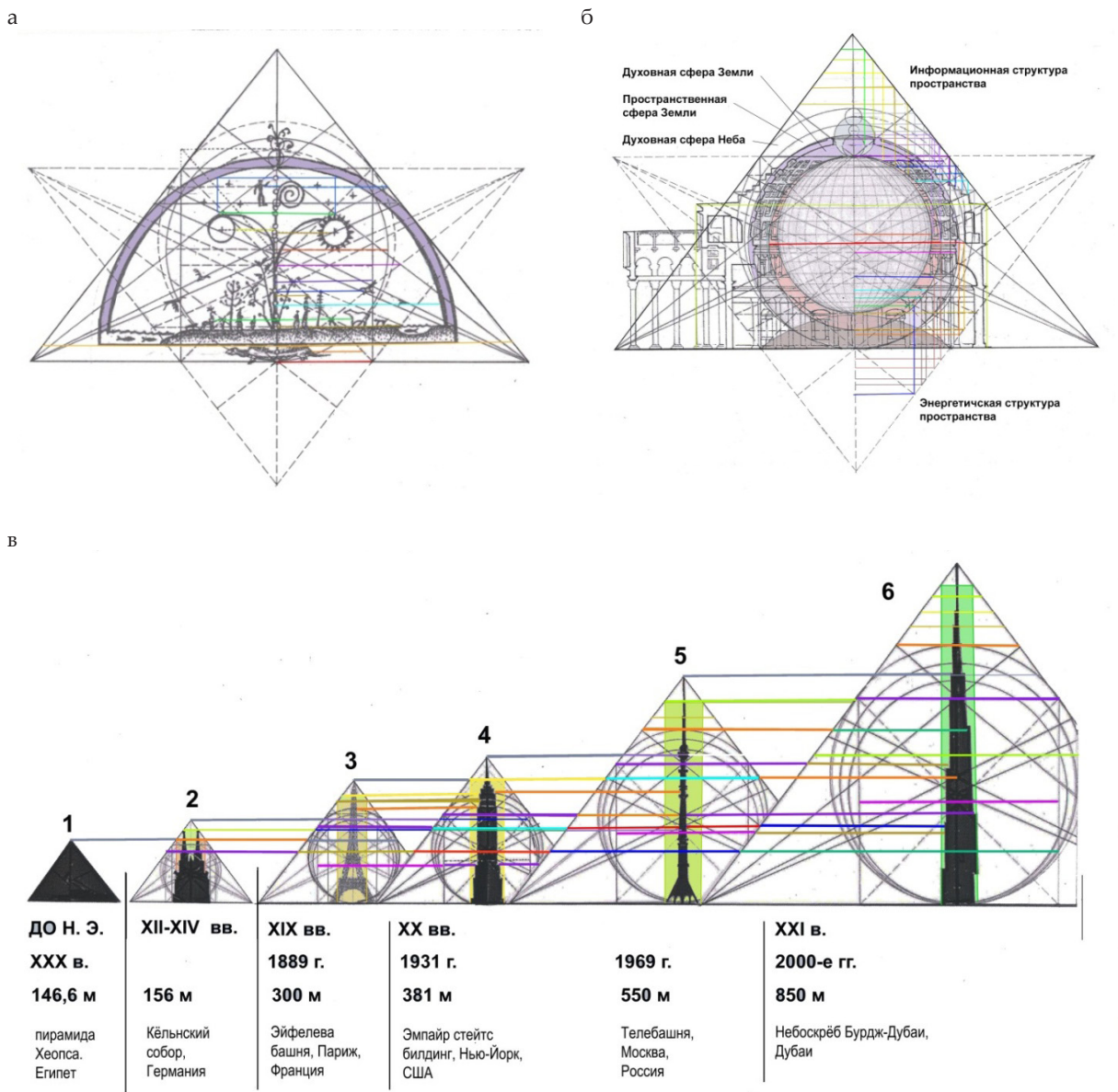


Рис. 3. Высотная эволюция пространственного сознания на планете Земля

Fig. 3. High-altitude evolution of spatial consciousness on planet Earth

Пространственно-временная эволюция зданий и сооружений (рис. 3, в) подтверждает, что материальный мир – это только «проявленный мир, ощущаемый, видимый его существами мир. Духовный же мир – не проявленный, невидимый для материальных существ, и его они могут фиксировать опосредованно, по некоторым физическим нюансам, которые наблюдаются только тогда, когда известно о возможности их проявления» [14, с. 45]. С этой точки зрения была рассмотрена картина высотных параметров в отношении сооружений с пространством [15].

Первое высотное сооружение (1), с которого, как предполагается, 5000 лет назад началась

известная нам цивилизация на Земле, – это пирамида Хеопса в Гизе (Египет). Египетские жрецы сочетали учения о звездах с возвышенным культом Богов. Отсюда – прообраз Вселенной и дар Всевышнего Бога, заключенный в геометрии Великой пирамиды, или пирамиды Хеопса (Хуфу). Известно, что угол при основании в сечении этой пирамиды равен 52° , а половина этого угла (26°), т. е. его биссектриса, совпадает с наклоном галереи, ведущей в царскую камеру. Священные свойства, скрытые в теле пирамиды, проявляются как геометрическая структура пространственной проекции в ряду представленных объектов – зданий и сооружений. Все

они своей высотой закрепляют определенный исторический момент в поступательном развитии пространственного сознания человека.

Духовное устремление на пути к сакральным небесам отмечено дошедшими до нас памятниками позднего средневековья. Кёльнский собор (2) вершинами своих башен преодолевает небесную границу и осуществляет выход в сакральную зону религиозного сознания. От вершины пирамиды вершину готического собора отделяют примерно 4000 лет в постижении тайных знаний о сооружении «вавилонской башни» или далее – о построении «лестницы» до небес.

Время растягивается еще на 500 лет, прежде чем сакральные знания путем эксперимента становятся уровнем пространственного мышления. Так, Эйфелева башня (3) предстает перед людьми как ажурный «скелет» пространственного феномена, показывая преимущество индустриальных строительных технологий и возможностей пространственного формообразования.

И только недавно прошедший XX век (5), трижды достигая рекордные отметки высоты, определил границы бытийного пространства, поставив при этом вопрос о пределах физического и метафизического пребывания в «небесах» для человека, а не только в качестве символа технической власти над наземным пространством. Объем рациональных знаний (фиолетовый уровень) достигает наивысшего предела, пройдя 5000 лет известной нам цивилизационной истории. При этом горизонтальное течение времени (в последние 2000 лет) трансформировало смысловое наполнение фиксированного уровня пространства. Так, готический собор, поднявшись на религиозный (желто-зеленый) сакральный уровень, через 500 лет замещается рациональным (синим) уровнем технического мышления (башня в Париже). Через столетие образный (голубой) уровень лег в основу гражданского здания, а затем устремляется на идеальный (желто-зеленый) уровень Неба, формируя в контуре телебашни посредством технических инноваций образ «небесной нереальности», назвав туристский ресторан «Седьмым небом».

XXI век, начавшийся с сооружения еще большей высоты (6), обнаруживает, что духовная проекция прошлого века по горизонтали перешла на анонимный уровень, разделяющий духовную сферу Неба и информационную сферу Земли. Как показывает продолжающееся исследование, это место действительного феномена пространства – Вселенной. Актуальная попытка построения геометрической формулы Вселенной показывает, что пространство –

«атрибут Вселенского Сознания, проявленный в Мироздании во взаимосвязи со временем и отражающий арену, на которой происходят все без исключения процессы (движения, изменения и др.)» [12, с. 167]. Возможно, что с началом нового тысячелетия для планеты и человечества произойдет новый скачок в процессе трансформации пространственного сознания.

За счет стремительного проникновения человека в сакральную (трансцендентную) зону происходит переформатирование его взаимодействия с архитектурным пространством. Триединство пространственного восприятия архитектуры по формуле «польза, прочность, красота» постепенно трансформируется в современном осознании архитектуры как стремление к идеальной (сакральной) форме жизнеустройства на планете Земля, как искусство структурной выразительности пространства через божественное откровение, как открытие и создание новых научных представлений, знаний и смыслов о гармонии земного бытия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. М.: «Архитектура-С», 2006. 320 с.
2. Савченко М.Р. Архитектура как наука: методология прикладного исследования. М.: Едиториал УРСС, 2004. 320 с.
3. Павлов Н.Л. Алтарь. Ступа. Храм. Архаическое мироздание в архитектуре индоевропейцев. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. 368 с.
4. Горшкова Г.Ф. Пространственная эволюция архитектурного человека // Приволжский научный журнал. 2022. № 4. С. 79–84.
5. Леонардо да Винчи. Гениальный художник и учёный / пер. с англ. Харьков, Белгород, 2008. 143 с.
6. Учебный рисунок в Академии художеств: альбом / под ред. Б.С. Угарова; авт.-сост. Д.А. Сафаралиева. М.: Изобраз. Искусство, 1990. 160 с.
7. Ле Корбюзье. Архитектура XX века / пер. с фр.; под ред. К. Т. Топуридзе. М.: Прогресс, 1970. 303 с.
8. Неаполитанский С.М., Матвеев С.А. Сакральная геометрия. СПб.: Святослав, 2003. 632 с.
9. Горшкова Г.Ф. Архитектура как иерархическая система пространственного сознания человека // Архитектура и строительство России. 2021. № 4 (240). С. 48–53.
10. Сухонос С.И. Масштабная гармония Вселенной. М.: Нов. Центр, 2002. 312 с.
11. Мерелл-Вольф Ф. Математика, философия и йога / пер. с англ. Киев: София, Ltd., 1999. 160 с.
12. Тихоплав В.Ю., Тихоплав Т.С. Начало начал. СПб.: Весь, 2003. 288 с.
13. Панкин С.Ф. Религиозная антропология. М.: Флинта: МПСИ, 2006. 200 с.

14. Черняев А.Ф. Духовные основы науки. М.: Принтер, 2003. 108 с.

15. Горшкова Г.Ф. Архитектурная проекция времени в пространстве Земли // Приволжский научный журнал. 2021. № 4. С. 141–145.

REFERENCES

1. Shubenkov M.V. *Strukturnyye zakonomernosti arkhitekturnogo formoobrazovaniya* [Structural patterns of architectural shaping]. Moscow, Arkhitektura-S, 2006. 320 p.

2. Savchenko M.R. *Arkhitektura kak nauka: metodologiya prikladnogo issledovaniya* [Architecture as Science: Applied Research Methodology]. Moscow, Editorial URSS, 2004. 320 p.

3. Pavlov N.L. *Altar. Stupa. Khram. Arkhaicheskoye mirozdaniye v arkhitekture indoyevropeytsev* [Altar. Stupa. Temple. Archaic universe in the architecture of Indo-Europeans]. Moscow, OLMA-PRESS, 2001. 368 p.

4. Gorshkova G.F. Spatial evolution of architectural man. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Volga Scientific Journal], 2021, no. 4, pp. 79–84. (in Russian)

5. Leonardo da Vinci. *Genialnyy khudozhnik i uchenyy* [Leonardo da Vinci. Brilliant artist and scientist]. Belgorod, 2008. 143 p.

6. Safaraliyeva D.A. *Uchebnyy risunok v Akademii khudozhestva: Albom* [Educational drawing at the Academy of Arts: Album]. Moscow, Izobraz. Iskustvo, 1990 (IV). 160 p.

7. Le Korbyuzye. *Arkhitektura XX veka* [Architecture of the 20th century]. Moscow, Progress. 1970. 303 p.

8. Neapolitanskiy S.M., Matveev S.A. *Sakralnaya geometriya* [Sacred geometry]. St. Petersburg, Svyatoslav, 2003. 632 p.

9. Gorshkova G.F. Architecture as a hierarchical system of human spatial consciousness. *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia], 2021, no. 4 (240), pp. 48–53. (in Russian)

10. Suhonos S.I. *Masshtabnaya garmoniya Vselennoy* [Large-scale harmony of the universe]. Moscow, Nov. Centr, 2002. 312 p.

11. Merell-Volf. F. *Matematika. filosofiya i yoga* [Mathematics, Philosophy and Yoga]. Kiev, Sofiya. Ltd, 1999. 160 p.

12. Tikhoplav V.Yu., Tikhoplav T.S. *Nachalo nachal* [The beginning began]. St. Petersburg, Ves, 2003. 288 p.

13. Pankin S.F. *Religioznaya antropologiya* [Religious Anthropology]. Moscow, Flinta, MPSI, 2006. 200 p.

14. Chernyayev A.F. *Dukhovnyye osnovy nauki* [Spiritual foundations of science]. Moscow, Printer, 2003. 108 p.

15. Gorshkova G.F. Architectural projection of time in Earth space. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Volga Scientific Journal], 2021, no. 4, pp. 141–145. (in Russian)

Об авторах:

ГОРШКОВА Галина Федоровна

доктор архитектуры, доцент, профессор кафедры архитектурного проектирования
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
603000, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

ГОГОЛЕВА Наталья Аркадиевна

кандидат архитектуры, профессор института дизайна и изобразительных искусств
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
603000, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65
E-mail: entazis@me.com

GORSHKOVA Galina F.

Doctor of Architecture, Associate Professor, Professor of the Architectural Design Chair
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
603000, Russia, Nizhny Novgorod, Ilyinskaya st., 65

GOGOLEVA Natalia Ar.

PhD of Architecture, Professor of the Institute of Design and Fine Arts
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
603000, Russia, Nizhny Novgorod, Ilyinskaya st., 65
E-mail: entazis@me.com

Для цитирования: Горшкова Г.Ф., Гоголева Н.А. Эволюционная сущность феномена архитектурного пространства // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 154–160. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.19.

For citation: Gorshkova G.F., Gogoleva N.A. Of the phenomenon of architectural space. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 154–160. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.19.

Н. Ф. МЕТЛЕНКОВ
Г. С. ШАШЕЛЬ

КУЛЬТУРНАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ ЧЕРЕЗ ПАРАДИГМУ МУЗЕЕФИКАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

CULTURAL IDENTITY THROUGH THE PARADIGM OF MUSEIFICATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE

В условиях ускоряющейся урбанизации архитектурные объекты становятся не только местом и материалом для музейных экспозиций, но и символами исторической и культурной идентичности сообществ. Однако понятие «музеефикация» приобретает разный вектор развития в разных уголках планеты. Парадигма становления и развития особо заметна, если рассматривать регионы Европы, Азии и Содружества Независимых Государств (СНГ). Несмотря на единую суть процесса – сохранение и актуализация культурного наследия, различия встречаются не только в использовании самого термина «музеефикация», но и в его функциях и назначении. Исследование демонстрирует различные подходы к музеефикации, включая сохранение контекста культурной идентичности и вовлечение местных сообществ.

Ключевые слова: музеефикация, музеализация, музейный метод, историческая среда, культурная идентичность, музей, архитектурное наследие

Введение

Культурная идентичность является важным аспектом самосознания сообществ, формирующим их уникальное место в мире. Поиск самобытной культурной идентичности в российской философии сопряжен с пониманием, что историко-культурное наследие не остаётся «мертвым», а участвует в проектировании будущего и составляет фундаментальную базу для развития общности народов [1]. Сохранение культурной идентичности в условиях мультикультурализма служит основой для построения устойчивого и гармоничного общества, где различные традиции и ценности сосуществуют и взаимодополняют друг друга. В подобных условиях музеефикация позволяет не только сохранять эти ценности, но и переосмысливать их. Настоящая статья позиционирует исследование музеефикации архитектурного наследия как феномена культурной идентичности.

Трансформация музеев прослеживается на протяжении всей истории: начиная от «храма

In the conditions of accelerating urbanization, architectural objects become not only a place and material for museum expositions, but also symbols of historical and cultural identity of communities. However, the concept of “museumification” acquires a different vector of development in different parts of the world. The paradigm of formation and development is especially noticeable if we consider the regions of Europe, Asia and the CIS. Despite the common essence of the process – the preservation and actualization of cultural heritage, differences are found not only in the use of the term “museumification” itself, but also in its functions and purpose. The study demonstrates various approaches to museumification, including preservation of the context of cultural identity and involvement of local communities.

Keywords: museumification, musealization, museum method, historical environment, cultural identity, museums, architectural heritage

муз», «хранилища» ценных собраний и заканчивая «организацией на службе обществу». Музеи расширили свои границы, функции и миссии, став «гибридным культурным пространством» [2, 3], а музеефикация стала одним из основных направлений музейной деятельности, определяющей современный контент музеефикации по различным регионам мира.

Восточная Азия

Терминология

В Азии термин «**museumification**» начал встречаться в публикациях преимущественно с 2010 г., хотя и значительно реже, чем в работах европейских коллег. Понятие «музеефикация» рассматривалось как средство отражения процесса, направленного на бурное строительство музеев, на поиск новой аудитории и выставочных программ в Китае, Японии и Южной Корее. «Музейный бум» с агрессивным планом строительства стал ответом на рас-

чет количества музеев на душу населения и в сравнении данного показателя с Европой [4]. С 2020 г. наблюдается расширение терминологической базы: **the museum method of reusing, reconstruction of urban memory, museological methods, possibility of museumifying, the general concept of museums** [5]. Музеефикация стала набирать тенденцию в Азии после ряда катастроф (пожары, землетрясения, цунами) и стала попыткой зафиксировать материальные и нематериальные ценности в существующих объектах культурного наследия [6]. Музеефикация стала рассматриваться как дополнительное усиление различных тенденций: устойчивого развития, повторного использования, антимодернистского движения возвращения к «земле» и национальной культуре. В Азии прослеживается разделение использования терминов относительно способа создания музея и его территории:

- термин «музеефикация» используется при создании музейной охраняемой зоны на основе исторической среды с археологическим, архитектурным, культурным или природным наследием;
- термин «музейный метод» используется при создании определённого музея с помощью процесса реновации на основе исторического объекта и его территории.

Ключевые особенности

Страны Азии известны своим традиционным почитанием предков и уважением к старшему поколению, что является фундаментом их культуры. Эта характерная черта повлияла и на становление прочного симбиоза между музеем, который издавна был «местом сохранения и почёта», и исторической памятью, которая является частью «национальной культуры». Любые процессы, связанные с музеями в Азии (создание, обновление, расширение и т. д.), всегда ориентированы не только на сохранение самого места или объекта, но и на сохранение коллективной памяти, что выражается в необходимости поддерживать контакт между посетителем и музеем посредством диалога и эмоций. Лан Ло и Юнкан Цао выделяют три стратегии интерпретации памяти [5] и раскрывают их на примере реконструкции индустриального наследия вдоль набережной реки Хуанпу в Шанхае:

- восстановление информации памяти: реконструкция ключевых элементов и информации. Данная стратегия прослеживается при реновации склада Сиханг, где история антияпонской войны преобладает над промышленной памятью, так как является местом национальной утраты и скорби;

- обновление носителей памяти: вмешательство или трансформация для сохранения ключевых элементов памяти. Тактика была использована при реновации купольного бункера, где силосы и купол являлись носителями памяти, что привело к сохранению формы, но с изменением материала (металла на стекло);

- связанные подсказки памяти: частичное сохранение ключевых элементов памяти. Подобная стратегия наблюдается при реконструкции бывшего угольного бункера в старом порту Байду. Оригинальные несущие стены и крыша бункера были демонтированы, но транспортный канал и главные угольные бункеры сохранили как доминирующие элементы дизайна нового музея.

В зависимости от трёх вариантов памяти выбирается стратегия интерпретации объекта с наиболее важным элементом памяти, что вызывает дальнейшую дискуссию о различных вариантах выбора концепции. Лан Ло и Юнкан Цао подчеркивают, что в дальнейшем «музейный метод» обязательно затронет многие города из-за положительного влияния на сохранение исторических ценностей, формирование культурного контекста, улучшение возможностей в сфере услуг. Музейный метод не эквивалентен замораживанию зданий как труднодоступного «антиквариата».

В свою очередь, доктор философии Лицзя Ма в диссертации о развитии общественных музеев в Китае [7] говорит о динамике роста концепции «музея сообщества» как места объединения коренных и культурных ценностей. Концепция «музея сообщества» появилась в Китае около десяти лет назад и получила широкое распространение как новый подход к сохранению культурной идентичности. Однако большинство этих музеев имеет слабый уровень посещений из-за недостатка активных мероприятий с участием граждан и финансирования, управления «сверху вниз» и коммунистической политики страны. Научная работа состоит из глубокого исследования двух музеев в Пекине: районного музея Чжанланлу (Zhanlanlu Neighbourhood Museum) в ведении районного управления и музея Шицзя Хутун (Shijia Hutong Museum), управляемого совместно районным управлением и Пекинским муниципальным институтом городского планирования и дизайна. Опираясь на исследования социомузеологии и участие общественности, автор утверждает, что музеи сообщества могут быть построены как платформа двухстороннего участия, предоставляющая возможность местным жителям внести свой вклад в решение современных социальных проблем, потребностей, идентичности, улучшение чувства при-

надлежности и сплоченности. Создание общественного музея – один из самых популярных подходов к реконструкции [7].

Музей Шицзя Хутун, построенный в 2013 г., расположен в центре Пекина с традиционными историческими городскими пейзажами. Несмотря на то, что в районе находятся бывшие резиденции многих знаменитостей, музей рассказывает историю хутуна и его народа. Музей построен на основе оригинальной структуры внутреннего двора средневековой китайской городской застройки, уходящей началом в XIII столетие. Сегодня многие хутуны являются наглядной энциклопедией, которая отражает не только историческое развитие города, но и представляет социальные обычаи. Жители продолжают вести традиционный образ жизни, поддерживая пекинскую культуру и уклад, а традиционная архитектура из загнутых крыш пагод, пергол, лунных ворот привлекает бесчисленное количество туристов. Музей Шицзя Хутун – активный общественный музей, созданный при британском фонде и имеющий постоянные экспозиции, волонтеров, гидов и проводящий различные мероприятия, включая детские программы.

Музей Чжанланлу был построен в 2019 г. по инициативе местных властей и рассказывает удивительные истории о жителях города. Однако, в отличие от Шицзя Хутун, данный музей расположен в обычном, не историческом городском районе и имеет только одну постоянную экспозицию, без дополнительной деятельности, персонала, поддержки или активных событий. Подобные «мертвые музеи» встречаются довольно часто под единоличным ведением районного управления. Некоторые из них могут находиться просто в комнате, в которой будут выставлены произведения местных жителей, как, например, в культурном пространстве Баличжуан (Balizhuang Community Cultural Space) [7].

Сравнивая музей Шицзя Хутун и музей Чжанланлу, становится очевидно, что ряд факторов является ключевым при создании музея, так как отвечает за его эффективность: фактор месторасположения (в центральном историческом районе или в удаленном городском районе), фактор управления (совместное между районом и институтом или только районом), фактор наличия архитектурной среды (традиционная архитектура или современный квартал) и фактор включения сообщества (программы, гиды, местные жители).

Азия имеет богатую историю, уходящую к самым древним цивилизациям мира: Месопотамской, Индийской, Египетской и Китайской. По данным на 2024 год Китай занимает второе место в мире по количеству объектов,

входящих в список всемирного наследия ЮНЕСКО. Однако, помимо природных и городских архитектурных объектов, Восточная Азия может похвастаться уникальными старинными деревнями, которых не найти ни в Италии, ни во Франции. Не считая двух деревень Сиди и Хунцунь из списка объектов всемирного наследия, в КНР выделен целый ряд знаменитых исторических и культурных деревень. В 2019 г. данный список насчитывал 221 деревню из разных провинций, муниципалитетов и автономных районов.

Деревня Сицзян Цяньху – один из примеров музея-деревни, которая, оказавшись на грани бедности, решила развиваться в туристическом направлении и превратить край в музей. Музей под открытым небом представляет историю уникальной народности Мяо и включает местную культуру с танцами, песнями, нарядами, изделиями, кухней и архитектурой. Более 1000 зданий на сваях окружены горами, рисовыми полями и дорогами-серпантинами. Деревня добилась грандиозного успеха, и теперь туристы со всего мира стремятся посетить деревню, чтобы почувствовать исторический дух этого места.

В Южной Корее также встречаются этнографические музеи-деревни, которые вошли в список всемирного наследия ЮНЕСКО. Клановые деревни Хахве и Яндон, основанные в XIV–XV вв., представляют собой традиционные корейские деревни времён династии Чосон. Согласно самобытной конфуцианской культуре, расположение деревень обеспечивает физический, духовный и природный баланс. Конфуцианские традиции, подчеркивающие важность верности и сыновней почтительности, сильно повлияли на жизнь деревенского сообщества [8]. Несмотря на музейный статус, жизнь деревни продолжается. Местные жители пользуются электричеством, водят машины, выращивают овощи и, к сожалению, не всегда рады туристам, которые пытаются заглянуть к ним за забор или в окно. Здесь проводится представление в масках «Пёльсингут Тхальнори», которое было включено в список нематериального культурного наследия человечества ЮНЕСКО. Исторические поселения и сельские общины до сих пор стремятся поддерживать свои народные обычаи и порядки, несмотря на неуклонное сокращение населения деревень в силу переезда молодого поколения в город. Именно в странах Азии зародилось понимание необходимости сохранения «нематериального наследия» и их носителей – «живых сокровищ человечества». В табл. 1 представлены главные характерные черты процесса музеефикации Восточной Азии на основе научных исследований Китая, Японии и Южной Кореи.

Таблица 1. Особенности музеефикации Восточной Азии (Китай, Япония, Южная Корея)
Table 1. Features of museumification in East Asia (China, Japan, South Korea)

Терминология: the museum method of reusing, reconstruction of urban memory, museological methods, possibility of museumifying, the general concept of museums		
 Святынище Чонмё, Сеул, Южная Корея, ЮНЕСКО с 1995 г.	Коллективная память Направлена на сохранение и поддержание национального духа, традиций и предков Три стратегии интерпретации памяти: ■ восстановление информации памяти ■ обновление носителей памяти ■ связанные подсказки памяти	Hu Hui Култ предков в традициях округа Хуэйчжоу Lan Luo, Yongkang Cao Музейный метод повторного использования и реконструкция памяти Andrew Littlejohn Музеи самих себя: катастрофы и наследие
 Музей истории Шицзя Хутун, Пекин, Китай, 2013 г.	Локальные музеи Локальные музеи местных сообществ и малых народов. Направлены на сохранение определённого округа или сообщества Необходимы: организаторы и стейкхолдеры, мероприятия, пространство и границы	Qiao Yu Жилье в живом музее старого Пекина, наследие в повседневной жизни Kenji Saotome Сеть небольших музеев в Японии и их роль для сообществ Yau Ni Wan, Lija Ma Коллективная идентичность и связи в сообществе
 Деревня Хакве, Республика Корея, музей и объект ЮНЕСКО с 2010 г.	Музеи-деревни Сохранение конкретного округа или периода. Совмещение конфуцианских традиций и инноваций Идея от экомuzeя и «Скансена» Европы Два пути развития: деревня – как туристическая зона; деревня – как жилая среда	Iva Stojević Деревни и наследие в Китае, сохранение наследия в сельской местности Kai Xie, Yin Zhang Модернизация традиционных деревень в Китае Ryunosuke Takatsu, Cheng Pei-Jou Инновации и возрождение деревень Японии
 Рисовые террасы Хунхэ-Хани, Китай, ЮНЕСКО с 2013 г.	Связь человека и природы Социальные и природные связи – будущее ядро музея. Начало – из философских учений (даосизм и конфуцианство) Включают элементы природы в свои выставки. Интегрируют экологические проекты в музейные программы	Xingyu Zhao, Ruohan Mao, Jingfang Ai Роль посетителей музея в устойчивом развитии Qingming Cui, Xiaohui Liao, Honggang Xu Туристический опыт природы, основанный на культурном подходе в Китае
 Музей искусств, Шанхай, Китай, 2023 г.	Музеи через “re-using” Новые музеи – через повторное использование ценных арх. объектов. Актуальность темы после «музейного бума» новых пустых музеев Допустимо сохранение формы с заменой материалов. Например, металлического купола на стеклянный	Lan Luo, Yongkang Cao Музейный метод повторного использования наследия Шанхая Yao Yanbin, Halle O’Neal Методология повторного использования наследия Kidong BAE, Woojae Kim Адаптивное повторное использование наследия в Сеуле

Европа

Терминология

Толкование значения термина «музеефикация» в Европе представляет особый интерес, так как термин имеет несколько вариантов употребления. Слово **«museumification»** является синонимом **«museumization»** и согласно словарю английского языка Оксфорда означает «процесс превращения чего-либо в музей». Однако также существует альтернативный термин **«musealisation»** (**«musealization»**), который по словарию Коллинза означает «помещение или хранение (чего-либо) в музее». В публикациях и научных исследованиях на английском языке встречаются разные термины, смежные с музеефикацией: **museum's renovation, musealization, museology for heritage, conceptual frameworks, concept of eco-museums, museization, heritage institutions, museumify, heritagisation**. В публикациях официального сайта ICOM, ICOMOS и UNESCO употребляют и **museumification**, и **musealisation**, но они не тождественны друг другу.

Словарь «Ключевые понятия музеологии», представленный французскими музеоведами в 2010 г. на Международном комитете по музеологии ИКОМ [9], дает определение понятия **«musealisation»**. Несмотря на преимущественно франкоязычное видение музеологии, авторы раскрывают происхождение и эволюцию различных терминов, которыми сегодня изобилует язык. С музеологической точки зрения «музеализация» – это операция по физическому или концептуальному извлечению чего-либо из его природного или культурного окружения и приданию ему музейного статуса. Музеализация начинается с этапа отделения объекта от первоначального контекста для изучения и документирования.

Термин **«museumification»** в статьях с 2020-х гг. рассматривается как стратегия развития или сохранения исторических городских территорий. Концепция музеефикации выступает в качестве тактики по взаимодействию музея и города для выражения культуры прошлого и настоящего [10]. Однако «ложная» музеефикация может привести к представлению исторического города как инсценированного артефакта, ориентированного на туристов. Термин «museumification» созвучен с «mummification» и может подразумевать идею «окаменения» объекта в результате музеализации города.

Ключевые особенности

После Второй мировой войны общие ценности и концепции сохранения наследия были закреплены в конвенциях и договорах Организации Объединенных Наций, ЮНЕСКО, Совета Европы и институциональных предшественников сегодняшнего Европейского Союза. Европейская хартия архитектурного наследия, принятая в 1975 г., с призывом к комплексному планированию и уважению к наследию (преимущественно в городах), остается основным справочным документом [11]. С 1990-х гг. во многих европейских странах начались градостроительные изменения периферийных зон и ограничения строительства в исторических центрах в связи ростом ценности культурного наследия. Растущая урбанизация привела к риску разрушения исторической среды, однако повлияла на новый облик города – «музей под открытым небом». Главная характеристика исторических городов или отдельных районов превратилась в особенность восприятия музейной среды с уличными, открытыми, публичными «галереями», многие из которых вошли в список объектов ЮНЕСКО: Зальцбург, Грац, Вена, Брюгге, Рим, Эдинбург и др. Благодаря музейному подходу городская среда приобрела новую функцию – образовательную. Улицы, памятники и объекты культурного наследия рассказывают историю города с помощью визуально-информационных систем.

С 1950-х гг. «музей под открытым небом» перестал быть синонимом «Скансена» Швеции и приобрел более широкий характер музея, чьи основные экспозиции расположены вне помещения [12]. С 1960-х гг. в Европе началась экологизация научных знаний и социально-экономическое развитие. Западная Европа, в частности Франция, начала воплощать идеи скандинавских музеев под открытым небом, но с новыми принципами и новым типом музея. В 1971 г., благодаря вкладу Ж.А. Ривьера, был открыт первый экомузей Ле Крезе-Монсо-ле-Мин во Франции [13]. Однако региональные парки, открытые в 1967 г., также называют «первым поколением» экомузеев. Ривьер трижды давал определение новому термину (1973, 1976 и 1980), но без строгих границ, таким образом оставляя пространство для дальнейшей трансформации феномена. Акцент был на ряде принципов: участие местного населения в создании и функционировании музея; обеспечение неразрывности природы и культуры; сохра-

нение характера заповедной территории; предоставление возможности быть исследовательской лабораторией и музеем времени. В дальнейшем новый тип музея распространился по всему миру, и в разных регионах на первую роль стали выходить разные принципы: в Китае – сохранение традиционных национальных культур, в Италии – изучение традиционного ремесла.

Начиная с экомузеев, понятия экологичность, экономический ресурс и устойчивое развитие активно расширялись и стали неотъемлемой частью политики сохранения культурного наследия. Многие директивы по архитектурному планированию и вмешательству в среду основываются на политике, направленной на ограничение роста городов [14]. Отчасти данное решение вызвано тем, что культурное наследие стало неразрывно связано с индустрией туризма. В Европейской хартии об архитектурном наследии подчеркивается, что сохранение архитектурного наследия в большой степени зависит от его интеграции в образ жизни граждан. Однако исторические центры рискуют стать потребительским продуктом для массового туризма, что в дальнейшем может привести к потере подлинности и ценности наследия. Отели, платформы типа «Airbnb» и риэлторы охотятся за выгодными предложениями в сфере недвижимости, тем самым трансформируя целые исторические кварталы от Баррио Готико в Барселоне до Марэ в Париже. Местные жители невольно освобождают пространство для новых гостей, готовых платить высокую аренду. Цифры говорят о красном уровне тревоги: с 2000 г. Венеция теряет по тысяче жителей в год; 10 % жителей центра Мадрида переехали за город; 22 % квартир в сердце Флоренции сдаются на Airbnb. Ян Броссат из отдела урбанистики администрации Парижа уже поднимал данную проблему, говоря, что «из-за арендодателей центр может превратиться в Диснейленд» [15].

В контексте Турции район Султанахмет был главным свидетелем мероприятий по планированию и сохранению памятников, положивших начало музеефикации с повторного открытия собора Святой Ирины в качестве публичной экспозиции Османской империи в 1846 г. После объявления района историческим центром жильцов ближайшего района Эминеню выселяли, их дома сносили, а территория превратилась в инструмент инвестиций. Район, «очищенный» от жителей, стал идеализированным под туристические запросы. В 2004 г. был запущен проект

«Музей-город», в котором существующие постройки сохранялись как декорации сцены. Около 2000 зданий было снесено и заменено на новые по мотивам старых османских резиденций, что в дальнейшем назвали «исторической маской» [16]. Музеефикация района Султанахмет изменила подход и политику в области сохранения и социализации, что в дальнейшем привело к изоляции территории от местных жителей.

В других случаях, исторические города могут быть покинуты местными жителями из-за минувших катастроф или из-за вновь грозящих. Такое явление случилось с коммуной Крако в Италии, покинутой людьми после очередного землетрясения. Главный город был основан в VIII столетии на краю скалы, которую в конце XX в. признали нестабильной и постепенно разрушающейся. На данный момент постоянное население составляет около 600 человек, однако коммуна стала местом притяжения туристов и кинематографов.

Нередко глобализация и урбанизация требуют решительных действий и жертв для развития региона или улучшения качества жизни. Подобно Барону Осману или Роберту Мозесу правительство Турции пошло дальше и затопило целый город, включая музей под открытым небом. Практика затопления поселений ради строительства ГЭС, плотин или водохранилищ не являлась новой и использовалась ещё в СССР, например с городами Молога и Калязин. Однако турецкий античный город Хасанкейф был основан до нашей эры, имел обширный музей под открытым небом, а часть города объявлена археологическим памятником в 1981 г. Город успел побывать частью многих государств, включая Римскую империю, Византию и Османскую империю. На его территории находятся тысячи рукотворных пещер, сотни средневековых и античных построек, но власти смогли спасти только восемь объектов. Помимо этого, город не просто затопили, а перенесли на новое место, пытаясь симитировать старое поселение. Однако музей, ранее находившийся в центре города, был возведен на окраине и лишен взаимодействия с местным сообществом. Музеефикация в качестве стратегии сохранения и примирения оппозиции потерпела катастрофу и стала символом «отсутствующего наследия», постоянным напоминанием потерянной культуры. В табл. 2 продемонстрированы главные особенности музеефикации в Европе на основе научных трудов из Франции, Италии, Турции и Швеции.

Таблица 2. Особенности музеефикации Европы (Франция, Италия, Турция, Швеция)
Table 2. Features of museumification in Europe (France, Spain, Italy, Turkey, Sweden)

Терминология: museumization, museum's renovation, musealization, museology for heritage, conceptual frameworks, museization, museumify, heritagisation		
 Город Висбю, Швеция, ЮНЕСКО с 1995 г.	Город-музей Античные и средневековые города стали музеями под открытым небом Около 100 городов (центров или районов) включены в ЮНЕСКО Город – как живой экспонат	Alen Žunić, Bojana Bojanić Obad Šćitaroci, Korina Barišić Взаимодействие музея и города в Европе Dağdeviren Ayhan, Yusuf Ziya Akbaş, Sıla Durhan, Mariia Brych, Maria Bakatsaki Город как музей под открытым небом
 Улица Дроттнинггатан, Стокгольм, Швеция, пешеходная улица с 1990-х гг.	Ограничение транспорта Мера для сохранения наследия, улучшения качества жизни жителей и демонстрации архитектуры для туристов Пешеходные улицы, тарифы на въезд для автомобилей, развитие обществ, транспорта и вело-инфраструктуры	Jan Gehl Города для людей Simon Jenkins, Andrzej Szarata, Katarzyna Nosal Запрет на въезд автомобилей в центр и влияние на город Parya Broomandi Сокращение автомобилей в Covid 19, влияние на OKH
 Отель Олимпия в здании XVI в., Венеция, Италия	Потеря местного населения Массовый туризм приводит к потере или вынужденному переселению местных жителей из-за роста цен Джентрификация Главные охотники – отели, платформы типа Airbnb, риэлторы, инвесторы	Pinar Aykaç Отсутствующее настоящее в музеефикации Турции Iban Diaz Parra, Jaime Jover Туристификация и изменение района Испании Cindy Heo, Inès Blal, Miju Choi Airbnb, отели и парижский рынок
 Туристы Султанахмет, Стамбул, Турция	Имитация истории Имитация исторической среды без участия и одобрения местных жителей = потеря ценностей среды Строительство стилизованных объектов под старину – пустая историческая маска	Pinar Aykaç Музеефикация и трансформация районов в музейную зону в Турции
 Экомuseum Крез-Монсо, Франция, 1971 г.	Новые типы музеев Новые типы музеев держат ответ на глобальные изменения в мире и увеличивают способы сохранения наследия Скансены, экомuseum, цифровые, виртуальные, гибридные музеи	Georges-Henri Riviere, Hugues de Varine Новая музеология, концепция экомuseum, ключевые понятия музеологии Clara Perez Трансформация и мутация музеев. Гибридные музеи
 Париж, Франция, границы с 1860 г.	Ограничение роста городов Программа ограничения роста городов – как программа устойчивого развития и сохранения наследия Принципы Валлетты 2011 г. Ограничение, но с интеграцией в современную жизнь общества	Gargi Chaudhuri, Walid Oueslati, Guy Garrod, Seraphim Alvanides Ограничения роста городов, определяющие факторы роста David Evers, Ivana Katurić Урбанизация в Европе, устойчивое будущее

Страны СНГ

Терминология

Согласно Российской музейной энциклопедии, «музеефикация – это направление музейной деятельности, заключающееся в преобразовании историко-культурных или природных объектов в объекты музейного показа с целью максимального сохранения и выявления их ... ценности» [17]. В российской практике также встречается термин «**музеализация**» и часто используется как синоним. Однако О.С. Сапанжа четко разделяет эти понятия и дает пояснение, что музеализация – это более широкое понятие, так как включает в себя актуализацию музейности посредством освоения культурных артефактов и музейных предметов; музеефикация – это более узкий процесс принятия музейной формы [18]. Тем не менее в отечественной деятельности прочно утвердился термин «музеефикация».

К началу XXI столетия в СНГ выделялось два основных направления касательно концепции музеефикации: «как музей» и «под музей» [19]. Первый подход представлял сооружение или территорию как самостоятельный объект музейного показа, а второй подход – как музей под открытым небом с экспозицией «вне стен» в виде других объектов экспонатов. Впоследствии, к 2010-м гг., начинает преобладать смешанный подход, где пространство выполняет и изначально запроектированную функцию, и одновременно музейную: район «Китай-город» в Москве, «музейные кварталы» в Туле, Калининграде, Горьком, Пскове.

С 2000-х гг. ученые В.В. Тихонов, Э.А. Шулёпова и А.Н. Медведь открывают ряд кандидатских и докторских диссертаций по музеефикации узконаправленных классов объектов в зависимости от их назначения: усадебные комплексы, дворцы, ансамбли, церковные памятники, тюрьмы, фармацевтическое наследие и др. Термин «музеефикация» может выполнять процесс создания музейных и туристических зон посредством актуализации культурных ценностей, но не иметь официального использования в проектах и исследованиях в силу обращения к смежным понятиям, таким как **регенерация**, **ревитализация** или **реконструкция**. Суть данных процессов имеет одинаковую цель – обновление, оживление или модернизацию объекта/территорий. Разница толкований исходит из ключевого назначения проекта: у музеефикации – музейная среда, у регенерации или реконструкции – как музейная, так и жилая, промышленная, рекреационная и т. д.

Ключевые особенности

Страны СНГ имеют богатое историческое наследие из городищ, оборонительных укреплений и детинцев, которые сегодня являются местами исторической памяти, военной доблести или культурной идентичности. Музеефикация в данном контексте выступает не только с позиции сохранения и популяризации наследия, но и с точки зрения формирования культурного ландшафта центральной части города. Если столетия назад кремль были предназначены для защиты от внешних врагов, то теперь они служат точкой притяжения для жителей и туристов. Главный Московский Кремль представляет собой феномен «город в городе», так как имеет отдельные улицы, скверы, дворцы и собственный музей-заповедник. Кремль совмещает поразительный набор функций, начиная от рабочей резиденции Президента РФ в Сенатском дворце и заканчивая археологическими раскопками Кремлёвского холма (закончены). На данный момент в России насчитывается порядка 30 кремлей, часть из которых стали называть «кремлями» только после признания их ценными объектами наследия, как, например, произошло с Александровской слободой.

Однако почти все кремль расположены либо в центральном округе, либо вокруг него, что является одной из исторических особенностей неравномерного расселения на столь обширной территории страны. Древние исторические города, такие как Москва, Псков, Новгород, Рязань, имеют более ценные объекты наследия, нежели молодые – Новосибирск, Абакан, Хабаровск, Владивосток. Неравномерный исторический контент ведет в свою очередь к разному восприятию городов и регионов, к иным финансовым сопровождениям, выполнением законодательных обязанностей по охране культурного наследия и последствиям их нарушения. В конечном итоге это приводит к тому, что в одних регионах наблюдается активное развитие культурной инфраструктуры и музейных кластеров, в то время как в других исторические памятники остаются в запущенных или руинированных состояниях. Так, например, в Новосибирске в 2023 г. возбудили дело о разрушении памятников военного городка № 17, а в 2024 г. ищут виновных за незаконный снос двух объектов культурного наследия из комплекса железнодорожного вокзала «Новосибирск – Южный».

Другой характерной особенностью стран СНГ стали музеи-заповедники, заповедные зоны и новые экомузеи, которые составили основной способ охраны природного и куль-

турного наследия, а также достижения устойчивого развития в сфере музееведения. Заповедники «Эребун» в Армении, «Бухарский» в Узбекистане, «Иссык» в Казахстане, «Заславль» в Беларуси, «Томская писаница» в России – примеры важных центров сохранения культурной идентичности и самобытности исторических регионов [20]. Согласно государственной стратегии по формированию достопримечательных мест в РФ, музеи-заповедники составляют основу «культурного каркаса» России. Аналогичной стратегии придерживается Беларусь, которая на базе Национального Полоцкого историко-культурного музея-заповедника стремится воплотить концепцию города-музея Полоцк. В соответствии с проектом регенерации исторической зоны, границы заповедника совпадают с границами исторического центра города, вокруг которого создаются специальные условия для развития традиций и новаций. Несмотря на то, что в странах СНГ большинство заповедников официально появилось в период СССР, начало пути музеефикации может идти задолго до создания союза республик. Так, музейные традиции Полоцка берут начало в XI–XII вв., когда в Софийском соборе и Спасском монастыре начали собирать книги и иконы. Подобным образом формировались музейные коллекции самых известных соборов Европы: Вестминстерского аббатства в Англии, аббатства Сен-Дени во Франции, Кельнского собора в Германии.

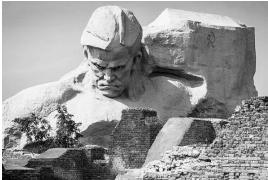
Продолжением эволюционного развития музеев-заповедников становятся особые подтипы экомузеев, которые в уже существующие формы заповедников добавили нематериальное наследие местного населения. Подробные идеи трансформации были изложены в работах В.М. Кимеева, где подчеркивается, что Сибирские экомузеи носят отличный характер от Европейских, в силу этнокультурного развития региона – «Таз-гол», «Чолкой», «Калмаки», «Тюльберский городок». На примере музея-заповедника «Шушенское» можно проследить постепенное добавление новых программ, которые и составили основание для перехода в раздел «экомузеев». В 2011 г. музей получил во владение несколько исторических усадеб и построек с условиями для проживания, что позволило внедрить новую модель музейной коммуникации и погружения в быт крестьянских семей. В 2012 г. новый ландшафтный парк и качественные культурные программы позволили привлечь не только жителей ближайших регионов, но и отдаленных. На данный момент в экомузее на постоянной основе проходят такие мастер-классы, как гончарное

и бондарное ремесло, деревянная игрушка и прядение, ткачество на кроснах и филейная вышивка.

Характерной чертой музеефикации в СНГ является сохранение мест воинской славы и боевых действий, как важного процесса формирования патриотического сознания. Крепости, скверы, разрушенные объекты, территории, связанные с военными событиями, становятся центрами культурной и образовательной деятельности. Эти места не только увековечивают память о героях и событиях, но и служат площадками для проведения мероприятий, связанных с Днем Победы, памятными датами и военными парадами. Музеи и мемориальные комплексы в странах СНГ активно участвуют в популяризации истории, организации выставок и экскурсий, привлекая молодежь к изучению наследия, что способствует формированию чувства ответственности за сохранение мира и уважительное отношение к прошлому. Данные объекты могут представлять как самостоятельный музей, так и входить в состав музеев-заповедников, например «Куликово-поле».

Ситуация в мире, связанная с пандемией COVID-19, последующими экономическими вызовами и непростыми политическими обстоятельствами, обострили необходимость развития внутреннего туристического сектора. Туризм в странах Европейского союза стал трудноосуществим, однако это положительно сказалось как на региональном развитии, так и на взаимоотношении стран Содружества. В первом случае туризм в регионах развивается за счет увеличения количества туристов, особенно в таких зонах, как Алтай, Шерегеш, Дагестан, Брест, Полоцк, Бухара. Встали вопросы наличия необходимой инфраструктуры и качественной сферы обслуживания туристических потоков. Во втором случае туризм также развивается за счет улучшения дружественных связей между странами. Так, К.В. Каталева выделяет Россию как влиятельный центр в контексте формирования добрососедских отношений через популяризацию достижений национальных культур, наследия и самобытности стран СНГ [21]. Исторический город Самарканд в Узбекистане в будущем году передаст статус культурной столицы СНГ более молодому городу Лачын в Азербайджане, который недавно освободили от контроля непризнанной Нагорно-Карабахской Республики. В табл. 3 определены основные особенности процесса музеефикации архитектурного наследия в России, Беларуси, Азербайджана и Узбекистана, как наиболее дружественных представителей Содружества Независимых Государств.

Таблица 3. Особенности музеефикации СНГ (Россия, Беларусь, Азербайджан, Узбекистан)
Table 3. Features of museumification in the CIS (Russia, Belarus, Azerbaijan, Uzbekistan)

Терминология: музеефикация, музеализация, реконструкция, реновация, ревитализация, регенерация, музейный кластер		
 Городище «Топраккала», Узбекистан	Городища, кремли - музеи Городища, детинцы, оборонительные укрепления стали музеями под открытым небом Популяризация через экскурсии, интерактивные выставки, культурные мероприятия, мастер-классы	Каулен М.Е., Пономарева М.В., Ширин Ю. В., Кабирова А., Самарина Н.Г. Музеефикация города, городищ, кремлей Пиляк С.А. Музеефикация фортификационных мест
 ОКН дома № 142 и № 144 на ул. Якушева, Новосибирск, Россия	Неравномерное сохранение Неравномерное сохранение исторической среды в исторических городах и более молодых: ▪ финансовая поддержка ▪ ответственность за правонарушения ▪ уровень контроля ▪ восприятие облика	Полозков А.С., Лебедев А.И. Незаконное уничтожение объектов наследия
 Заповедник «Гала», Азербайджан, 2008 г.	Музеи-заповедники Культурный каркас и воплощение ландшафтного подхода к музеефикации Уникальность за счет территориальной интеграции и многофункциональности	Соколов А.С., Глушкова П.В., Мастеница Е.Н., Ковриков Р.В., Поляков Т.П. Актуализация наследия в музеях-заповедниках, перспективы Тихонов В.В., Минеева И.М., Гнедовский М.Б. Музеи под открытым небом
 Экомузей «Чолкой», Беково, Россия, 1999 г.	Новый подтип экомузеев Начало трансформации музеев-заповедников в новый подтип экомузеев с нематериальным наследием региона Включает этнографию, экологию	Кимеева Т.И., Кимеев В. М., Афсанасьев А.Г. Этнокультурные функции экомузеев Селиваненко А.М., Кимеев В. М., Коростина Т.В. Экомузеи Сибири как новая форма музеефикации
 Брестская крепость, Беларусь, открыт в 1956 г.	Места воинской славы Музеефикация мест воинской славы и исторических сражений, военных трофеев и доблести Один из ключевых элементов в формировании национальной идентичности	Якушева О.В., Веденин Ю.А., Горбунов А.В., Гриценко В.П., Наумов А.Н. Музеефикация мест исторических сражений
 Самарканд, Узбекистан, культурная столица СНГ, 2024 г.	Туристификация музеев Музеефикация как компенсирующее мероприятие зарубежной культуры в сфере внутреннего туризма Поддержка локальной экономики, расширение программ и услуг, новые форматы взаимодействия	Прокудина Д.А., Шерешева М.Ю. Роль музеев в развитии туризма Кудинова А.В., Лаво Р.С. Музейные индустрии и культурный туризм

Выводы

Процесс музеефикации архитектурного наследия играет ключевую роль в формировании и поддержании культурной идентичности сообществ. Музеефикация не ограничивается лишь превращением архитектурных объектов в экспонаты, а служит катализатором для формирования исторической памяти и социального единства. Среди становления культурной идентичности через парадигму музеефикации наблюдаются общие характерные черты: рост численности музейных кластеров, брендинг и комодификация музеев, создание музеев посредством повторного использования исторических зданий и территорий, внедрение инклюзивности и экологического подхода, междисциплинарный подход, включающий музейную, культурологическую, археологиче-

скую, историческую, градостроительную и архитектурную деятельность.

Регионы Азии, Европы и СНГ используют разную терминологическую базу при процессе музеефикации архитектурного наследия в силу уникальных культурных, исторических и социальных особенностей. В Европе акцент идет на взаимодействие исторических городов и современного общества; в Азии – на сохранение культуры и быта исторических деревень, численность которых уменьшается с каждым годом; в странах СНГ – на воспитание патриотичности через этнографические музеи малых народов и оборонительных крепостей. Однако все эти процессы объединяет общая цель деятельности – выявление историко-культурных, научно-технических, эстетических и других ценностей объектов культурного наследия, их сохранение, интерпретация и включение в современный контент (см. рисунок).

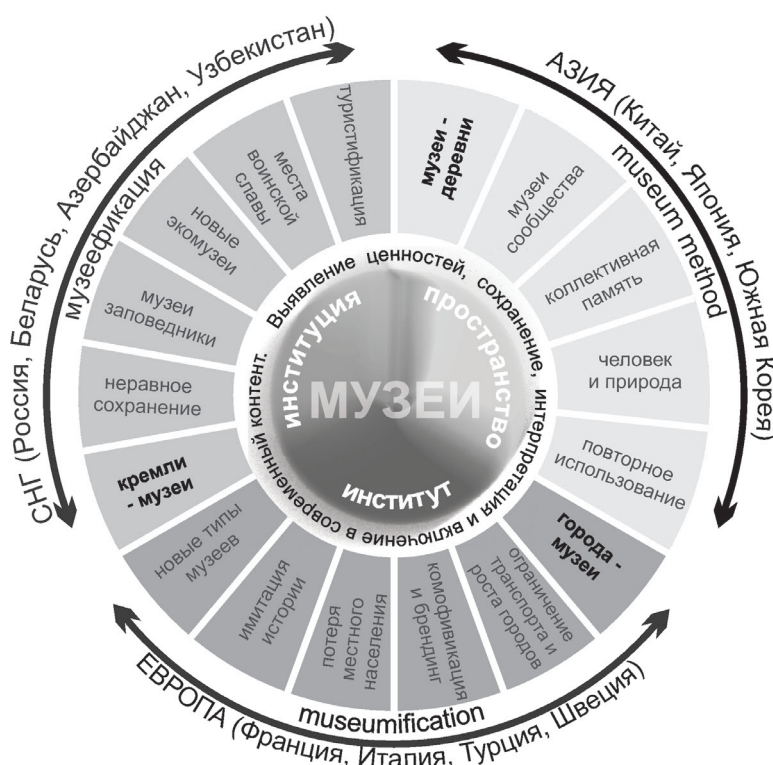


Схема особенностей музеефикации архитектурного наследия Азии, Европы и СНГ
Scheme of the features of museumification of the architectural heritage of Asia, Europe and the CIS

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нагой А.А. Уровни культурной идентичности // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия «Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология». 2022. № 2 (299). С. 109–110. DOI: 10.53598/2410-3691-2022-2-299-109-119.

2. Perez C.M. Transforming Museums architectural mutations and hybridisations. An overview of the remaking of French and Spanish museums: PhD in Architecture, University of Seville & PhD in Art History, University Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Spain. 2022. 968 p.

3. Антюфеева О.А. Музейно-археологические комплексы в структуре города как новый тренд городского развития // Градостроительство

и архитектура. 2019. Т.9, № 2. С. 40–45. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.6.

4. Wang C. Ambivalent heritage: the im/possibility of museumifying the Overseas Chinese in South China // *Modern China*. 2020. N. 6 (46). P. 559–584.

5. Luo L., Cao Y. The museum method of reusing Shanghai waterfront industrial heritage: continuation and reconstruction of urban memory. *Built Heritage*. 2023. N. 7 (23). DOI:10.1186/s43238-023-00102-3.

6. Littlejohn A. Museums of Themselves: Disaster, Heritage, and Disaster Heritage in Tohoku // *Japan Forum*. 2020. N. 4 (33). P. 476–496. DOI: 9.1080/09555803.2020.1758751.

7. Lijia M. Developing community museums in urban china: PhD, Cardiff University. 2022. 270 p.

8. Historic Villages of Korea: Hahoe and Yangdong [Электронный ресурс]. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1324/> (дата обращения: 02.12.2024).

9. Desvallées A., Mairesse F. Concepts clés de muséologie // ICOMOF International Committee for Museology [Электронный ресурс]. URL: <https://icofom.mini.icom.museum/fr/publications/concepts-cles-de-museologie/> (дата обращения: 02.12.2024).

10. Aykaç P. Absent Presents: musealisation of the historic town of Hasankeyf as a manifestation of «Absent Heritage» // *Journal of Architectural Conservation*. 2023. V. 29. N. 3. P. 214–231. DOI:10.1080/13556207.2023.2180715.

11. Европейская хартия по охране архитектурного наследия (Страсбург, 1975) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902012280> (дата обращения: 02.12.2024).

12. Olinsson S. B. A Museology for Open-Air Museums // *Journal of Conservation and Museum Studies*. 2023. V. 21. DOI:10.5334/jcms.223.

13. Images of the ecomuseum; Museum; Vol.:XXXVII, 4; 1985 [Электронный ресурс]. URL: https://www.academia.edu/85992723/Images_of_the_ecomuseum_Museum_Vol_XXXVII_4_1985 (дата обращения: 02.12.2024).

14. Принципы Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями // XVII Генеральная Ассамблея ИКОМОС. Валлетта, 2011 [Электронный ресурс]. URL: https://civviih.icomos.org/wp-content/uploads/2022/03/CIVViiH-Valletta-Principles-Russian_0.pdf (дата обращения: 02.12.2024).

15. Heo C. Y., Blal I., Choi M. What is happening in Paris? Airbnb, hotels, and the Parisian market: A case study // *Tourism Management*. 2019. V. 70. P. 78–88. DOI:10.1016/j.tourman.2018.04.003.

16. Aykaç, P. Kentsel Bağlamda Müzeleşme: Sultanahmet Bölgesi'nin Müze Alanına Dönüşümü // *Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*. 2020. V.21. P. 145–163. DOI:10.22520/tubaked.2020.21.008.

17. Российская музейная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: http://www.museum.ru/RME/mb_musf.asp (дата обращения: 02.12.2024).

18. Сапанжа О.С. Теория музея и музейности: историографический обзор и историческая типо-

логия: монография [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/6188261/> (дата обращения: 02.12.2024).

19. Каракова Т.В., Чергизова Х.А. Национально-культурный контекст архитектурной идентичности городов Северного Кавказа // *Градостроительство и архитектура*. 2024. Т. 14, № 3. С. 131–138. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.16.

20. Шашель Г.С., Метленков Н.Ф. Музеефикация // *Архитектура и строительство России*. 2022. № 1 (241). С. 118–120.

21. Каталева К.В. Институциональное и нормативно-правовое обеспечение развития международного туризма на пространстве Содружества Независимых Государств // *Научный журнал «Дискурс-Пи»*. 2021. № 1 (42). С. 176–192. DOI: 10.24412/1817-9568-2021-1-176-192.

REFERENCES

1. Nagoy A.A. Levels of cultural identity. *Bulletin of Adygeya State University* [Regional Studies: Philosophy, History, Sociology, Jurisprudence, Political Science, Cultural Studies], 2022, no. 2 (299), pp. 109–110. (in Russian) DOI: 10.53598 / 2410-3691-2022-2-299-109-119

2. Perez C.M. Transforming Museums architectural mutations and hybridisations. An overview of the re-making of French and Spanish museums: PhD in Architecture, University of Seville & PhD in Art History, University Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Spain, 2022. 968 p.

3. Antyufeeva O.A. Museum and Archaeological Complexes in the Structure of the City as a New Trend of Urban Development. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 40–45. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.6

4. Wang C. Ambivalent heritage: the im/possibility of museumifying the Overseas Chinese in South China. *Modern China*, 2020, no. 6 (46), pp. 559–584. DOI:10.1177/0097700419878801

5. Luo L., Cao Y. The museum method of reusing Shanghai waterfront industrial heritage: continuation and reconstruction of urban memory. *Built Heritage*, 2023, no. 7 (23). DOI:10.1186/s43238-023-00102-3

6. Littlejohn A. Museums of Themselves: Disaster, Heritage, and Disaster Heritage in Tohoku. *Japan Forum*, 2020, no. 4 (33), pp. 476–496. DOI: 9.1080/09555803.2020.1758751

7. Lijia M. Developing community museums in urban china: PhD, Cardiff University. Cardiff. 2022. 270 p.

8. Historic Villages of Korea: Hahoe and Yangdong. Available at: <https://whc.unesco.org/en/list/1324/> (accessed 02 December 2024)

9. Desvallées A., Mairesse F. Concepts clés de muséologie, ICOMOF International Committee for Museology. Available at: <https://icofom.mini.icom.museum/fr/publications/concepts-cles-de-museologie/> (accessed 02 December 2024)

10. Aykaç P. Absent Presents: musealisation of the historic town of Hasankeyf as a manifestation of «Ab-

sent Heritage». Journal of Architectural Conservation. 2023. vol. 29. no. 3. pp. 214–231. DOI:10.1080/13556207.2023.2180715

11. European Charter for the Protection of Architectural Heritage (Strasbourg, 1975). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902012280> (accessed 02 December 2024)

12. Olinsson S. B. A Museology for Open-Air Museums. Journal of Conservation and Museum Studies. 2023. V. 21. DOI:10.5334/jcms.223

13. Images of the ecomuseum; Museum; Vol.:XXXVII, 4; 1985. Available at: https://www.academia.edu/85992723/Images_of_the_ecomuseum_Museum_Vol_XXXVII_4_1985 (accessed 02 December 2024)

14. Valletta Principles for the Conservation and Management of Historic Cities and Urbanized Areas, XVII ICOMOS General Assembly. Valletta, 2011. Available at: https://civvihi.comos.org/wp-content/uploads/2022/03/CIVVIH-Valletta-Principles-Russian_0.pdf (accessed 02 December 2024)

15. Heo C. Y., Blal I., Choi M. What is happening in Paris? Airbnb, hotels, and the Parisian market: A case study. Tourism Management. 2019. V. 7. P. 78–88. DOI:10.1016/j.tourman.2018.04.003

16. Aykaç, P. Kentsel Bağlamda Müzeleşme: Sultanahmet Bölgesi'nin Müze Alanına Dönüşümü. Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi. 2020. V. 21. P. 145–163. DOI:10.22520/tubaked.2020.21.008

17. Russian Museum Encyclopedia. Available at: http://www.museum.ru/RME/mb_musf.asp (accessed 02 December 2024)

18. Sapanja O.S. Theory of museum and museumness: historiographical review and historical typology: monograph. Available at: <https://studfile.net/preview/6188261/> (accessed 02 December 2024)

Об авторах:

МЕТЛЕНКОВ Николай Федорович

доктор архитектуры, профессор,
профессор кафедры архитектуры
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: metlenkov@mail.ru

ШАШЕЛЬ Галина Сергеевна

аспирант кафедры архитектуры
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: shashelarh@gmail.com

19. Karakova T.V., Chergizova H.A. The national-cultural context of the architectural identity of the cities of the North Caucasus. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 131–138. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.16

20. Shashel G.S., Metlenkov N.F. Museification. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and Construction of Russia], 2022, no. 1 (241), pp. 118–120. (in Russian)

21. Kataleva K.V. Institutional and normative-legal support for the development of international tourism in the Commonwealth of Independent States. *Nauchnyj zhurnal «Diskurs-Pi»* [Scientific journal "Discourse-Pi"], 2021, no. 1 (42), pp. 176–192. (in Russian) DOI: 10.24412/1817-9568-2021-1-176-192

METLENKOV Nikolay F.

PhD in Architecture, Professor,
Professor of the Architecture Chair
National Research Moscow State University
of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye sh., 26
E-mail: metlenkov@mail.ru

SHASHEL Galina S.

Post-graduate Student of the Architecture Chair
National Research Moscow State University
of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye sh., 26
E-mail: shashelarh@gmail.com

Для цитирования: Метленков Н.Ф., Шашель Г.С. Культурная идентичность через парадигму музеефикации архитектурного наследия // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 161–173. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.20.

For citation: Metlenkov N.F., Shashel G.S. Cultural identity through the paradigm of museification of architectural heritage. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 161–173. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.20.

Е. Ю. ТУТЫШКИН

АРХИТЕКТУРНАЯ ТИПОЛОГИЯ ЗДАНИЙ И КОМПЛЕКСОВ ТЕХНОПАРКОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АРХИТЕКТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ 110 ОБЪЕКТОВ В РОССИИ

ARCHITECTURAL TYPOLOGY OF BUILDINGS
AND COMPLEXES OF TECHNOPARKS BASED ON THE RESULTS
OF AN ARCHITECTURAL SURVEY OF 110 OBJECTS IN RUSSIA

Данная научная работа является продолжением исследования, посвященного архитектуре зданий и комплексов технопарков в России [1]. Объекты были классифицированы по типу градостроительного размещения, объемно-пространственного решения и по типу базовой структуры. Выполнен анализ сводных данных, сделаны заключения и построены иллюстрирующие их наглядные схемы и диаграммы [1]. Представляется важным продолжить исследование и дополнить классификацию сводной архитектурной типологией зданий и комплексов технопарков России по результатам вышеуказанного исследования. Объектом исследования являются здания и комплексы технопарков. Предметом исследования – архитектурные особенности зданий и комплексов технопарков. Цель исследования – обобщить и систематизировать данные в ранее начатом исследовании, а также сформулировать сводную типологию технопарков России. По результатам исследования обобщены характерные архитектурные особенности технопарков в России. Разработана сводная архитектурная типология технопарков, сформулированы некоторые выводы.

Ключевые слова: технопарк, типология технопарков, технополис, наукоград, академгородок, бизнес-инкубатор, инновационный центр, кампус

Технопарк – это научно-производственная единица, состоящая из здания или комплекса зданий, оснащенной необходимой инфраструктурой, отвечающей требованиям непосредственных участников научно-производственных процессов, а также формирующая благоприятную среду для инноваций [1].

В современных научно-исследовательских работах технопарк рассматривается в аспекте эволюционного функционально-структурного формирования [2, 3], самостоятельности структуры [4], наличия материальной базы [4], этажности [5] и иных аспектах [6–15], влияющих на его объемно-планировочную организацию.

This scientific work is a continuation of the research devoted to the architecture of buildings and complexes of technoparks in Russia [1]. Earlier in the article “Features of the architectural organization of buildings and complexes of technoparks based on the results of an architectural survey of 110 objects in Russia”, characteristic architectural features of technoparks were identified. All 110 objects in Russia were classified according to the type of urban planning, spatial solution and the type of basic structure. The analysis of the summary data was performed, conclusions were made and illustrative diagrams and diagrams illustrating them were constructed [1]. It seems important to continue the research and formulate a consolidated typology of buildings and complexes of technoparks in Russia based on the results of the above-mentioned study. The object of the study is the buildings and complexes of technoparks. The subject of the study is the architectural features of buildings and complexes of technoparks. The purpose of the study is to summarize and systematize the data in a previously initiated study, as well as to formulate a consolidated typology of technoparks in Russia. According to the results of the study, the characteristic architectural features of technoparks in Russia are summarized. A consolidated typology of technoparks is formulated, the most visual design solutions are given for each type, and some conclusions are formulated.

Keywords: technopark, typology of technoparks, technopolis, science city, akademgorodok, business incubator, innovation center, campus

Представляется важным продолжить исследование и обобщить данные архитектурного обследования объекта по трём типологиям и дополнить классификацию технопарков России сводной архитектурной типологией.

Географическое расположение 110 функционирующих зданий и комплексов технопарков в России, расположенных на территории 36 регионов, 8 федеральных округов, приведено на рис. 1. Обследование проводилось по письменным источникам, в том числе исчерпывающие данные по указанным функционирующим объектам получены из издания «Технопарки России-2023» подготовленного авторским кол-



Рис. 1. Географическое распределение 110 обследованных объектов на территории России
Fig. 1. Geographical distribution of 110 surveyed objects in Russia

лективом Ассоциации кластеров, технопарков и ОЭЗ России при поддержке Минпромторга России и Минэкономразвития России [16].

По результатам архитектурного обследования все технопарки можно классифицировать по типу градостроительного размещения (технопарк в структуре поселения, технопарк на границе поселения, технопарк за пределами поселения), по типу объемно-пространственного решения (здание, комплекс зданий, наукоград) и по типу базовой структуры (университетский, промышленный, научный, бизнес, комбинированный) [1].

В отечественной практике проектирования зданий и комплексов технопарков по типу градостроительного размещения преобладает тип технопарка в структуре поселения: по типу объемно-пространственного решения – комплексы зданий, по типу базовой структуры – промышленный и научный тип.

Сводная архитектурная типология технопарков России

Разработка системы типологий (матрицы), связанной с градостроительным размещением, объемно-пространственным решением и базовой структурой исследуемых объектов, позволяет выявить сходство их архитектурных особенностей и основных параметров. Таким образом, структурируя 11 различных типов классификации, 110 исследуемых объектов формируют 15 типов архитектурной типологии, представленной на рис. 2.

1. Университетский комплекс технопарка в структуре поселения – тип технопарка, размещенный в регионе (ядре), обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры университета.

2. Университетский комплекс технопарка на границе поселения – тип технопарка, размещенный на окраине региона (периферии), обладающего признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры университета.

3. Промышленный комплекс технопарка в структуре поселения – тип технопарка, размещенный в регионе (ядре), обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры промышленного предприятия.

4. Промышленный комплекс технопарка на границе поселения – тип технопарка, размещенный на окраине региона (периферии), обладающего признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры промышленного предприятия [5].

5. Промышленный комплекс технопарка за пределами поселения – тип технопарка, размещенный в регионе, не обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов

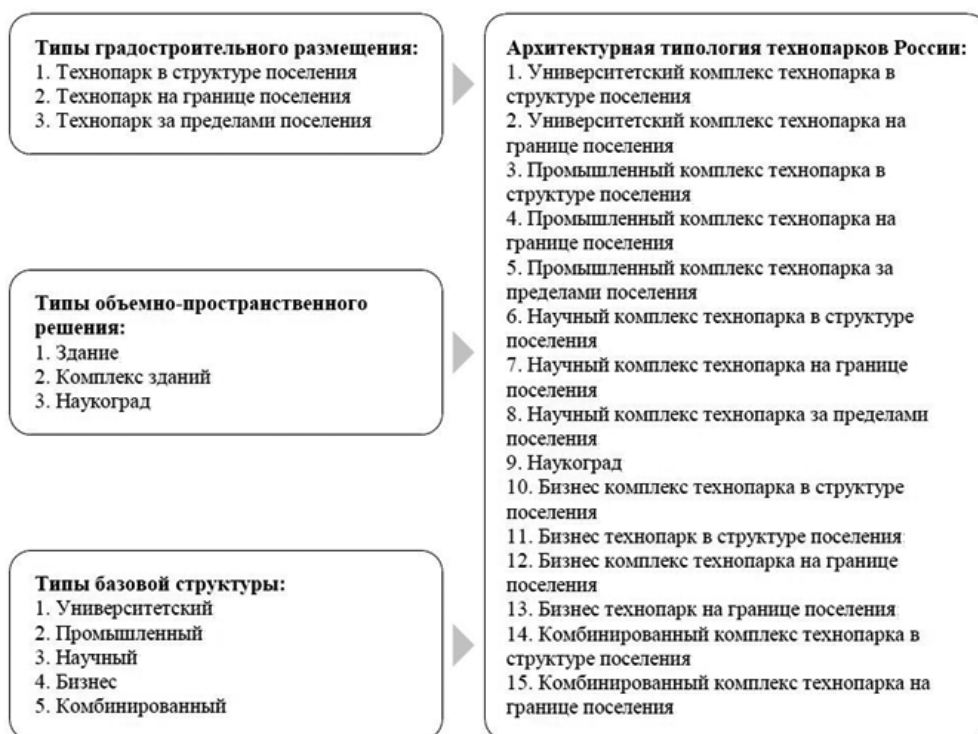


Рис. 2. Классификация технопарков России
Fig. 2. Classification of technoparks of Russia

тов инфраструктуры, организованных на базе структуры промышленного предприятия.

6. Научный комплекс технопарка в структуре поселения – тип технопарка, размещенный в регионе (ядре), обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры НИИ.

7. Научный комплекс технопарка на границе поселения – тип технопарка, размещенный на окраине региона (периферии), обладающего признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры НИИ.

8. Научный комплекс технопарка за пределами поселения – тип технопарка, размещенный в регионе, не обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе структуры НИИ.

9. Наукоград – крупнейшая технопарковая единица, сомасштабная поселению, инфраструктура которого является неотъемлемой частью научно-производственного комплекса и создает особую инновационную среду. Масштаб структуры наукограда определяется от объединения некоторого количества универси-

тетов, промышленных предприятий, НИИ и до слияния нескольких комплексов технопарков.

10. Бизнес-комплекс технопарка в структуре поселения – тип технопарка, размещенный в регионе (ядре), обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе бизнес-центра или бизнес-инкубатора.

11. Бизнес технопарк в структуре поселения – тип технопарка, размещенный в регионе (ядре), обладающем признаками социальной среды и организованный на базе здания бизнес-центра или бизнес-инкубатора.

12. Бизнес-комплекс технопарка на границе поселения – тип технопарка, размещенный на окраине региона (периферии), обладающего признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе бизнес-центра или бизнес-инкубатора.

13. Бизнес-технопарк на границе поселения – тип технопарка, размещенный на окраине региона (периферии), обладающего признаками социальной среды и организованный на базе здания бизнес-центра или бизнес-инкубатора.

14. Комбинированный комплекс технопарка в структуре поселения – тип технопарка, разме-

щенный в регионе (ядре), обладающем признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе нескольких структур (на базе структуры НИИ и промышленного предприятия или на базе промышленного предприятия и подразделения вуза и т. д.).

15. Комбинированный комплекс технопарка на границе поселения – тип технопарка, размещенный на окраине региона (периферии), обладающего признаками социальной среды, состоящий из определенного количества зданий и объектов инфраструктуры, организованных на базе нескольких структур (на базе структуры НИИ и промышленного предприятия или на базе промышленного предприятия и подразделения вуза и т. д.).

Сводные результаты архитектурного обследования 110 объектов в России

Сводное распределение обследованных зданий и комплексов технопарков показало преобладание промышленных комплексов технопарков в структуре поселения, промышленных комплексов технопарков на границе поселения и научных комплексов технопарков в структуре поселения (рис. 3).

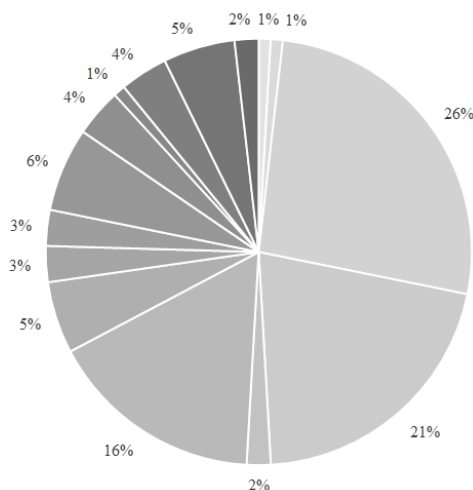


Рис. 3. Сводная диаграмма обследованных технопарков
Fig. 3. Summary diagram of surveyed technoparks

Вывод. В рамках исследования разработана исчерпывающая классификация технопарков России (см. рис. 3). Выявлено 15 сводных типов архитектурной типологии: 1. Университетский комплекс технопарка в структуре поселения – 1 %. 2. Университетский комплекс технопарка на границе поселения – 1 %. 3. Промышленный комплекс технопарка в структуре поселения – 26 %.

4. Промышленный комплекс технопарка на границе поселения – 21 %. 5. Промышленный комплекс технопарка за пределами поселения – 2 %. 6. Научный комплекс технопарка в структуре поселения – 16 %. 7. Научный комплекс технопарка на границе поселения – 5 %. 8. Научный комплекс технопарка за пределами поселения – 3 %. 9. Научноград – 3 %. 10. Бизнес комплекс технопарка в структуре поселения – 6 %. 11. Бизнес технопарк в структуре поселения – 4 %. 12. Бизнес комплекс технопарка на границе поселения – 1 %. 13. Бизнес технопарк на границе поселения – 4 %. 14. Комбинированный комплекс технопарка в структуре поселения – 5 %. 15. Комбинированный комплекс технопарка на границе поселения – 2 %.

По сводным результатам обследования 110 объектов выявлено, что в России преобладают три типа технопарков: промышленный комплекс технопарка в структуре поселения, промышленный комплекс технопарка на границе поселения и научный комплекс технопарка в структуре поселения.

На основе анализа многообразия данных определено, что технопарки формируются вблизи или непосредственно в самом поселении с развитой научно-промышленной средой и соответствующей инфраструктурой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов А.В., Тutyшкин Е.Ю. Особенности архитектурной организации зданий и комплексов технопарков по результатам архитектурного обследования 110 объектов в России // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 158–165. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.22.
2. Авдулов А.Н., Кулькин А.М. Научные и технологические парки, технополисы и регионы науки. М., 1992. 166 с.
3. Пащенко А.Ф. Технопарковые структуры и свободные экономические зоны – центры регионального развития. М., 2006. 147 с.
4. Айгистова О.В. Основы построения бизнес-инкубаторов. М., 1999. 122, с.
5. Вершинин В.И. Эволюция промышленной архитектуры. М.: Архитектура-С, 2007. 176 с.
6. Минат В.Н. Технополисы и технопарки США и их роль в региональном развитии: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.02. Воронеж, 1999. 207 с.
7. Агирречу А.А. Историко-географические особенности формирования наукоградов России: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.24. М., 2006. 172 с.
8. Суховей А.Ф. Развитие форм интеграции науки и производства в России и за рубежом. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2000. 52 с.
9. Лянгузова Ю.Н. Опыт создания технополисов и предприятий венчурного бизнеса в Японии с учетом возможностей его применения в России //

Материалы Летней философской школы «Голубое озеро – 2006». Технопарк как модель интеграции технологий, науки и образования. Новосибирск, 2006. С. 38–47.

10. Попов А.В. Концепция архитектурного формирования кампусов вузов в России: дис. ... д-ра. архитектуры. Нижний Новгород, 2023. 622 с.

11. Попов А.В. Архитектура вузов (история, современное состояние, особенности проектирования): монография. М.: ИНФРА-М, 2024. 492 с.

12. Лилуева О.В. Архитектурное формообразование технопарков на базе наукоградов: дис. ... канд. архитектуры. Нижний Новгород, 2011. 332 с.

13. Пучков М.В. Теоретические основы архитектурно-пространственного формирования научно-образовательных комплексов: автореф. дис. ... д-ра. архитектуры: 2.1.11. Нижний Новгород, 2022. 200 с.

14. Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А., Хрусталева Д.А. Гибкость – резерв возможностей в архитектуре научно-инновационных комплексов // Академ. вестн. УралНИИпроект РААСН. 2023. № 2. С. 58–64.

15. Попов А.В., Тутышкин Е.Ю. Вопросы архитектурно-градостроительной организации кампусов вузов Уральского федерального округа // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 3. С. 145–150. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.18

16. Технопарки России – 2023: ежегодный бизнес-навигатор/ А.А. Ахматов, В.П. Жеребцов, Е.И. Кравченко, М.С. Серёгин, А.Ц. Чумашкаев, И.А. Шпиленко; Ассоциация кластеров, технопарков и ОЭЗ России: АКИТ РФ, 2023. 96 с.

REFERENCES

1. Popov A.V., Tutyshkin E.Yu. Features of the architectural organization of buildings and complexes of technoparks based on the results of an architectural survey of 110 objects in Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 158–165. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.22

2. Avdulov A.N., Kulkin A.M. *Nauchnye i tehnologicheskie parki, tehnopolisy i regiony nauki* [Scientific and technological parks, technopolises and regions of science]. Moscow, 1992. 166 p.

3. Pashchenko A.F. Pashhenko A.F. *Tehnoparkovye struktury i svobodnye jekonomicheskie zony – centry regional'nogo razvitiya* [Technopark structures and free economic zones - regional development centers]. Moscow, 2006. 147 p.

4. Aigistova O.V. *Osnovy postroeniya biznes-inkubatorov* [Fundamentals of building business incubators]. Moscow, 1999. 122 p.

5. Vershinin V.I. *Jevoljucija promyshlennoj arhitektury* [Evolution of industrial architecture]. Moscow, Architecture-C, 2007. 176 p.

6. Minat V.N. *Tehnopolisy i tehnoparki SShA i ih rol' v regional'nom razviti*. Cand, Diss. [US Technopolis and Technology Parks and their Role in Regional Development. Cand. Diss.]. Voronezh, 1999. 207 p.

7. Agirrechu A.A. *Istoriko-geograficheskie osobennosti formirovaniya naukogradov Rossii*. Cand, Diss. [Historical and geographical features of the formation of Russian science cities. Cand. Diss.]. Moscow, 2006. 172 p.

8. Sukhoi A.F. *Razvitie form integracii nauki i proizvodstva v Rossii i za rubezhom* [Development of forms of integration of science and production in Russia and abroad]. Yekaterinburg, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2000. 52 p.

9. Lyanguzova Y. Experience in creating technopoles and venture capital enterprises in Japan, taking into account the possibilities of its application in Russia. *Materialy Letnej filosofskoj shkoly «Goluboe ozero – 2006»*. *Tehnopark kak model' integracii tehnologii, nauki i obrazovanija* [Materials of the Summer Philosophical School “Blue Lake - 2006.” Technopark as a model for integrating technology, science and education]. Novosibirsk, 2006. pp. 38–47. (In Russian).

10. Popov A.V. *Koncepcija arhitekturnogo formirovaniya kampusov vuzov v Rossii*. Doct, Diss. [The concept of architectural formation of university campuses in Russia. Doct. Diss.]. Nizhny Novgorod, 2023. 622 p.

11. Popov A.V. *Arhitektura vuzov (istoriya, sovremennoe sostojanie, osobennosti proektirovaniya): monografija* [Architecture of universities (history, current state, design features): monograph]. Moscow, INFRA-M, 2024. 492 p.

12. Lilueva O.V. *Arhitekturnoe formoobrazovanie tehnoparkov na baze naukogradov*. Cand, Diss. [Architectural formation of technoparks on the basis of science cities. Cand. Diss.]. Nizhny Novgorod, 2011. 332 p.

13. Puchkov M.V. *Teoreticheskie osnovy arhitekturno-prostranstvennogo formirovaniya nauchno-obrazovatel'nyh kompleksov* [Theoretical foundations of architectural and spatial formation of scientific and educational complexes. Doct. Diss.]. Nizhny Novgorod, 2022. 200 p.

14. Dianova-Klokova I.V., Metaniev D.A., Khrustalev D.A. Flexibility - reserve of opportunities in the architecture of scientific and innovative complexes. *Akadem. vestn. UralNIIProekt RAASN* [Academ. known UralNIIProekt RAASN], 2023, no. 2, pp. 58–64. (in Russian)

15. Popov A.V., Tutyshkin E.Yu. Issues of architectural and urban organization of university campuses of the Ural Federal district. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 145–150. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.18

16. Akhmatov A.A., Zherebtsov V.P., Kravchenko E.I., Seregin M.S., Chumashkaev A.TS., Shpilenko I.A. *Tehnoparki Rossii – 2023: ezhegodnyj biznes-navigators* [Technoparks of Russia - 2023: annual business navigator]. Association of Clusters, Technoparks and SEZs of Russia: AKIT RF, 2023. 96 p.

Об авторе:

ТУТЫШКИН Евгений Юрьевич

аспирант кафедры архитектуры
Московский государственный строительный
университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: evgeniy.tutyshkin@yandex.ru

TUTYSHKIN Evgeniy Yu.

Post-graduate Student of the Architecture Chair
Moscow State University of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye sh., 26
E-mail: evgeniy.tutyshkin@yandex.ru

Для цитирования: Тутышкин Е.Ю. Архитектурная типология зданий и комплексов технопарков по результатам архитектурного обследования 110 объектов в России // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 174–179. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.21.

For citation: Tutyshkin E. Yu. Architectural typology of buildings and complexes of technoparks based on the results of an architectural survey of 110 objects in Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 174–179. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.21.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»



Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ВАК, индексируется в системе РИНЦ, каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Подписной индекс в каталоге агентства «Урал-Пресс»: 70570

Рубрики:

- Строительство
- Архитектура

Полный перечень рубрик можно посмотреть на официальном сайте журнала journals.eco-vector.com

ПУБЛИКАЦИЯ В ЖУРНАЛЕ БЕСПЛАТНАЯ

Александр Кузьмич СТРЕЛКОВ

доктор технических наук, главный редактор



443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244
тел. (846) 242-36-98; +79276510709
vestniksgasu@yandex.ru



**А. В. АНТЮФЕЕВ
В. А. МОЛОТКОВА**

АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЭКСПОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ИСТОРИИ СТАЛИНГРАДСКОЙ БИТВЫ

ARCHITECTURAL AND URBAN EXPOSURE OF OBJECTS
OF THE MILITARY HISTORY OF THE BATTLE OF STALINGRAD

Представлен анализ типологии экспонирования объектов военной истории Сталинградской битвы, включая вектор развития достопримечательных мест в отечественном и зарубежном опыте. Рассмотрены определения объектов культурного наследия и подразделение на их виды. В результате первой стадии исследования установлены принципы архитектурно-градостроительной организации объектов военной истории в структуре города Волгограда. Разработана концепция формирования единого военно-исторического маршрута по Волге, позволяющего связать объекты военной истории Сталинграда-Волгограда в единый военно-исторический маршрут.

An analysis of the typology of exposure of objects of the military history of the Battle of Stalingrad, including the vector of development of places of interest in domestic and foreign experience, is presented. Definitions of cultural heritage objects and a division into their types are considered. As a result of the first stage of the study, the principles of architectural and urban planning organization of objects of military history in the structure of the city of Volgograd were established. A concept has been developed for the formation of a single military-historical route along the Volga, which makes it possible to connect the objects of the military history of Stalingrad-Volgograd into a single military-historical route.

Ключевые слова: объекты историко-культурного наследия, достопримечательные места, водный туристический путь, мемориальный комплекс, памятники, исторический ландшафт, объекты военной истории

Keywords: objects of historical and cultural heritage, places of interest, water tourist way, memorial complex, monuments, historical landscape, objects of military history

Введение

Волгоград является одним из значимых городов, городом-героем. На его территории расположено большое количество исторических объектов, посвященных годам Великой Отечественной войны (1941–1945). Наиболее знаковые объекты Волгограда: мемориальный комплекс «Мамаев Курган», музей-панорама «Сталинградская битва», Аллея Героев, Казанский Собор, Мемориально-исторический музей, Пожарная каланча, Волгоградский речной порт, городская набережная [1–3].

Большая часть памятников имеет статус федерального значения (Федеральный закон «Об объ-

ектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов РФ» от 25.06.2002 № 73-ФЗ) [4].

Объекты культурного наследия представляют собой уникальную ценность для всего народа Российской Федерации и являются неотъемлемой частью всемирного культурного наследия [5, 6].

Объекты культурного наследия подразделяются на три вида:

- памятники – отдельные постройки, здания, сооружения с исторически сложившимися территориями;
- ансамбли – группы памятников, строений, сооружений, четко локализуемые на исторически сложившихся территориях;

▪ достопримечательные места – творения, созданные человеком, или совместные творения человека и природы.

Объекты военной истории являются неотъемлемой частью развития городской структуры города (рис. 1).



являются основными элементами исторической памяти о военных событиях



увеличивают туристическую привлекательность города



повышают экономическую эффективность города, малого и среднего бизнеса



увеличивают природную и экологическую составляющую города



побуждают горожан к социальной коммуникации в обществе

Рис. 1. Роль объектов культурного наследия в жизни города
Fig. 1. The role of cultural heritage in the life of the city

Типология объектов военной истории

Опираясь на анализ мирового опыта реновации территории объектов военной истории в структуре города, было выявлено, что основной вектор развития объектов историко-культурного наследия – это территории мемориальных комплексов [7, 8].

Обзор аналогичных территорий за рубежом показал, что подобные территории в настоящее время являются лесопарковыми территориями в городской структуре или открытыми озелененными участками с организацией общественного пространства [9–11].

Проведен анализ объектов военной истории на территориях установленных и потенциальных достопримечательных мест, связанных с событиями Великой Отечественной войны (рис. 2).

Было выявлено, что все объекты военной истории разделены по трем классифицирующим признакам [12] (рис. 3).

Проанализировав мировой опыт экспонирования объектов военной истории, были определены принципы архитектурно-градостроительной организации объектов военной истории в структуре Волгограда:

- Уникальность и историческая ценность. Принцип историчности предполагает уникальность объектов военной истории, характерных именно для данного города/региона, возможность сохранения своей значимости на протяжении сменяющих друг друга исторических эпох.
- Иерархичность. Предполагает выделение главных и второстепенных объектов военной истории (федерального значения и регионального значения) по значимости для города.
- Социальная обусловленность (проницаемость). Формирование социально-ориентированной среды общественных пространств,

название территории	территориальное расположение	генеральный план	краткое описание территории	фотофиксация территории
Государственный военно-исторический и природный музей-заповедник «Куликовский пол» в Тульской области. ВОЕННОЕ СОБЫТИЕ: Куликовская битва, 8 сентября 1380 года. АРХИТЕКТОРЫ: Сергей Викторович Гнедовский ГОД ПОСТРОЙКИ: (14 октября 1996 г.) декабрь 2015 года ПЛОЩАДЬ: 7556 га.			Музейный комплекс был открыт в декабре 2015 года на 120 км от Тулы, на месте Куликовской битвы 1380 года. Он включает здание музея, выставочные залы, смотровую площадку и все необходимые объекты туристской инфраструктуры. Под руководством Сергея Гнедовского был разработан проект, охватывающий образ мемориального исторического объекта. Главному архитектору удалось деликатно вписать архитектурный объект в уникальный пейзаж Куликовского поля.	
Государственный военно-исторический музей-заповедник «Прохоровское поле» в Белгородской области. ВОЕННОЕ СОБЫТИЕ: Танковое сражение под Прохоровкой. Июль 1943 г. АРХИТЕКТОРЫ: Н.И. Рыжков, В.В. Перцев, В.А. Турченко ГОД ПОСТРОЙКИ: 1973 г. ПЛОЩАДЬ: 24 000 га.			Мемориальный комплекс «Прохоровское поле» представляет собой обширную благоустроенную территорию с расположенными на ней мемориальными сооружениями, временными памятниками. Общая площадь музея-заповедника – 24 га. Исторический комплекс известен далеко за пределами области, его экспозиция включены в различные экскурсионные маршруты, в том числе «Три дня в поле России», а ежегодная посещаемость составляет более 300 тыс. человек.	
Мемориальный комплекс «Брестская крепость-герой» в республике Беларусь. ВОЕННОЕ СОБЫТИЕ: оборона Брестской крепости во Вторую Мировую Войну СКУЛЬПТОР: Александр Павлович Кибальников АРХИТЕКТОРЫ: Георгий Сысоев ГОД ПОСТРОЙКИ: 25 сентября 1971 г. ПЛОЩАДЬ: 278,4 га.			Брестская крепость – это одно из знаковых мест в истории Великой Отечественной войны. Символ мужества и героизма. Уникальное фортификационное сооружение, строительство которого было завершено в 1830-х годах и вошло в список ключевых фортоисов Российской империи. Включает в себя мемориальный комплекс, музей обороны крепости, 5-ый форт. Имела площадь 4 кв.км, ширина стен была 2 метра! Крепость стала не просто крепостью-героем, про нее сняты фильмы, написаны книги.	
Мемориальный комплекс «В честь героев Курской битвы» на территории Белгородской области, поселок Яковлево. ВОЕННОЕ СОБЫТИЕ: стратегическая оборонительная и наступательная операция Красной армии в Великой Отечественной войне 5 июля – 23 августа 1943 года ГОД ПОСТРОЙКИ: 3 августа 1973 г. ПЛОЩАДЬ: 5,25 га.			В исторический момент мемориальный комплекс «В честь героев Курской битвы» включает в себя стелу, зал Боевой Славы, Брестскую крепость, Венский стелу, памятник танкистам, орудие артиллеристов, противотанковую пушку полного калибра орудия Славы старшего сержанта А.Д. Азарова, защищавшего танкетку Алехи Громова с бойцами на часовой Георгия Победоносца. Но лично меня больше всего впечатлила огромная 44-метровая дугообразная стела из красной ковanej меди.	
Ржевский мемориал Советскому Солдату на территории Ржевского района, Тверская область, Россия ВОЕННОЕ СОБЫТИЕ: позиционный памяти советских солдат, павших в боях под Ревем в 1942–1943 годах в ходе Великой Отечественной войны. ГОД ПОСТРОЙКИ: 30 июня 2020 г. ПЛОЩАДЬ: 4 га			Центральной частью мемориала является колоссальная статуя советского солдата высотой 25 м. Она помещена на вершине возмущающего 10-метрового искусственного холма. Молодой воин стоит в пиналффе и разламывается за спиной пиналффе, который полностью охватывает его силу, переходя в разламывающую стую 35 журавлей. Птицы закрывают собой опорные металлоконструкции. Таими образом создается эффект парения статуи в воздухе. Руки солдата опущены, в правой он держит ГПШ.	

Рис. 2. Анализ мирового опыта реновации территории объектов военной истории в структуре города
Fig. 2. Analysis of the world experience in the renovation of the territory of objects of military history in the structure of the city

РАЗНООБРАЗИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Небольшие компактные локальные территории

«Место, где были блиндажи командующего 62-й армией генерал-лейтенанта Чуйкова В. И. в 1942 г.»
Волгоград, ост. ЦПКиО



ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНЫЕ МЕСТА ВОЕННОЙ ИСТОРИИ

Достопримечательные места располагаются в условиях плотной застройки
Мемориальный комплекс «Сталинградская битва»:

«Место, где сражались и погибли в окружении войны 1-го батальона 42-го гвардейского стрелкового полка 13-й Гвардейской стрелковой дивизии под командованием ст. лейтенанта Федосеева Ф. Г.»



Достопримечательные места располагаются на межселенных территориях сельских поселений
«Памятное место, где произошло соединение Юго-Западного и Сталинградского фронтов»
в Калачевском районе Волгоградской области



РАЗНООБРАЗИЕ КОМПОНЕНТОВ, ФОРМИРУЮЩИХ ИХ ИСТОРИКО-МЕМОРИАЛЬНУЮ СРЕДУ

Военно-исторический ландшафт или сохранившиеся его фрагменты с характерными особенностями, отразившими ход боев

Сохранившиеся военные объекты (бункеры и т.п.)

Достопримечательное место расположено в городе, и в его состав входят здания и сооружения – непосредственные места боев, сыгравшие роль опорных пунктов в боях в городских условиях

Сохранившиеся материальные объекты – свидетели военных событий

Мемориальные объекты, возникшие сразу или значительно позже военных событий и увековечивающие их

Поля сражений представляют собой военно-исторический ландшафт, выделением которого является его особое новое функциональное назначение при подготовке и в ходе сражений

Рис. 3. Классификация объектов военной истории Сталинградской битвы на территории Волгограда
Fig. 3. Classification of objects of military history of the Battle of Stalingrad
on the territory of Volgograd

учитывающих потребности разных категорий горожан, что сохраняет баланс потребления и формулирует различные социальные связи.

- Функциональная насыщенность. Наполнение разнообразными функциями, возможности трансформации в зависимости от сезона, времени суток, разнообразность тематических сценариев использования под изменения предпочтений потребителя.

- Взаимодействие с окружающей средой (общественное участие). Предоставление возможностей комфортного времяпровождения для всех категорий горожан, в том числе мало-мобильных групп населения.

Концепция градостроительной организации музеефикации объектов военной истории Сталинградской битвы на основе существующих территорий

Применив принципы архитектурно-градостроительной организации объектов военной истории в структуре города Волгограда, была разработана концепция формирования единого военно-исторического маршрута по Волге, что будет являться важным туристическим маршрутом, позволяющим связать объекты военной истории Сталинграда-Волгограда, а также других периодов истории России (рис. 4).

Одним из важных аспектов развития водного туризма на Волге является экологическая безопасность.

В структуре водного историко-туристического маршрута моделью развития является формирование мемориального комплекса ожесточенных боев в период Сталинградской битвы – «Лысая гора» (рис. 5). В настоящее время частично сохранился природный ландшафт:

роща «Квадратная», роща «Топор», высоты. Местами сохранился и еще читается военный рельеф – окопы и ходы военных действий.

Предлагается на свободной от застройки площадке площадью 407 гектаров разместить комплекс плоскостных сооружений, обеспечивающих сохранность объекта культурного наследия федерального значения «Историческое место – «Лысая гора» (высота 146,0)» (363 гектара), а также его содержание и эффективную эксплуатацию.

Формирование национального военно-исторического парка «Лысая гора», расположенного в географическом центре Волгограда, позволит обеспечить связанность линейного города, повысить его туристическую привлекательность (рис. 6).

На территории Мамаева Кургана предложен военно-исторический маршрут, повторяющий конфигурацию кольца окружения немецко-фашистских войск в ходе Сталинградской битвы и завершения операции «Кольцо» в декабре 1942-феврале 1943 гг.

Маршрут проложен по склонам Мамаева Кургана с учетом существующего террасирования и особенности складок рельефа. На всем протяжении маршрута предусмотрено восемь остановочных пунктов, отражающих этапы военной операции, проходившей в прилегающих населенных пунктах. Пешеходный маршрут выполнен преимущественно на опорах, не нарушающих существующего ландшафта, с освещением, обустройством площадок для отдыха и навесами. На восьми остановочных пунктах предусмотрены обзорные площадки, интерактивные информационные стенды и оборудованы зоны отдыха.

Предусмотрены две входные группы на маршрут – с северной и южной стороны,

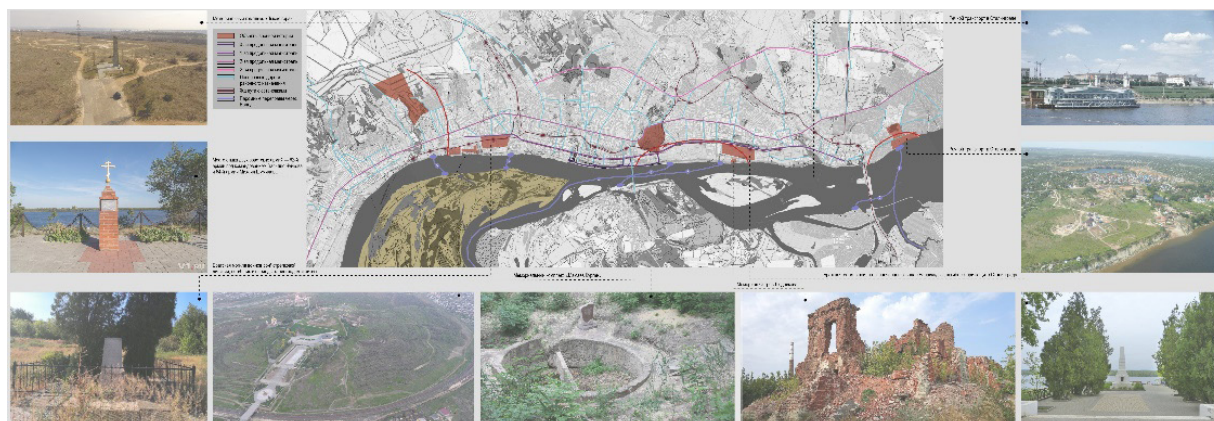


Рис. 4. Концепция градостроительной организации музеефикации объектов военной истории Сталинградской битвы на основе существующих территорий
Fig. 4. The concept of urban planning organization of museumification of objects of military history of the Battle of Stalingrad on the basis of existing territories

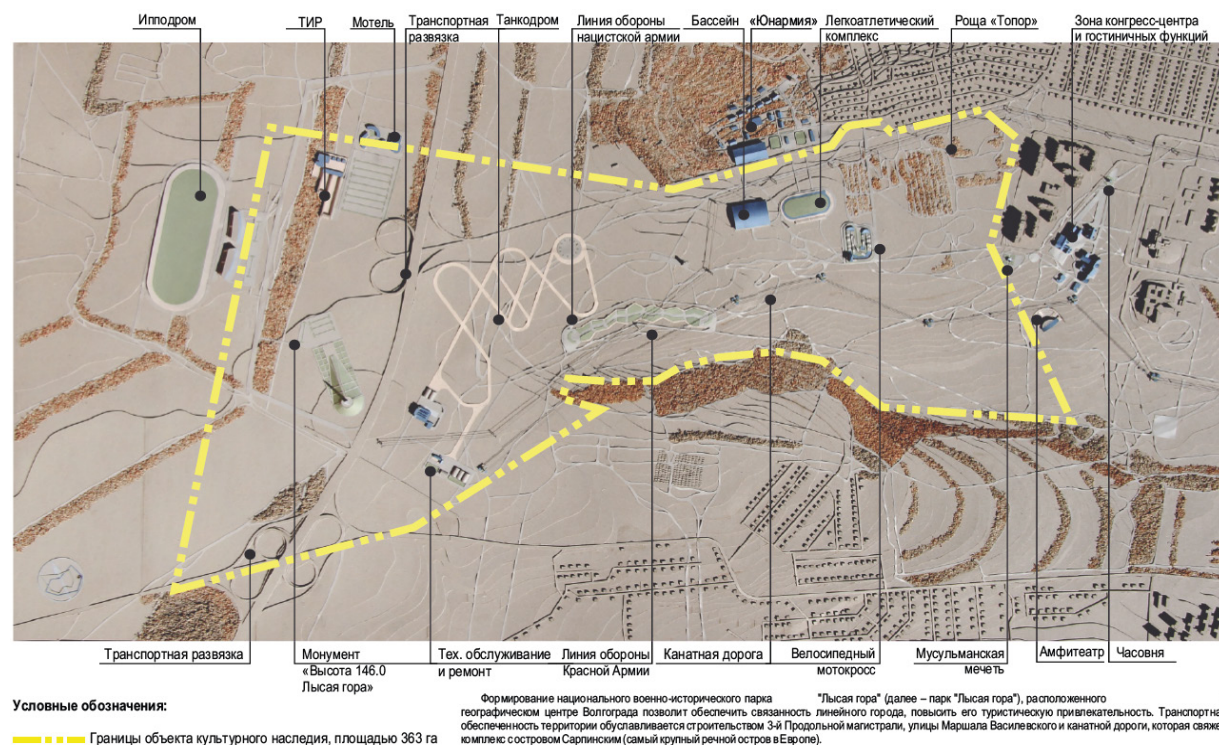


Рис. 5. Концепция формирования национального военно-исторического парка «Лысая гора»

Fig. 5. The concept of the formation of a national military-historical park «Bald Mountain»

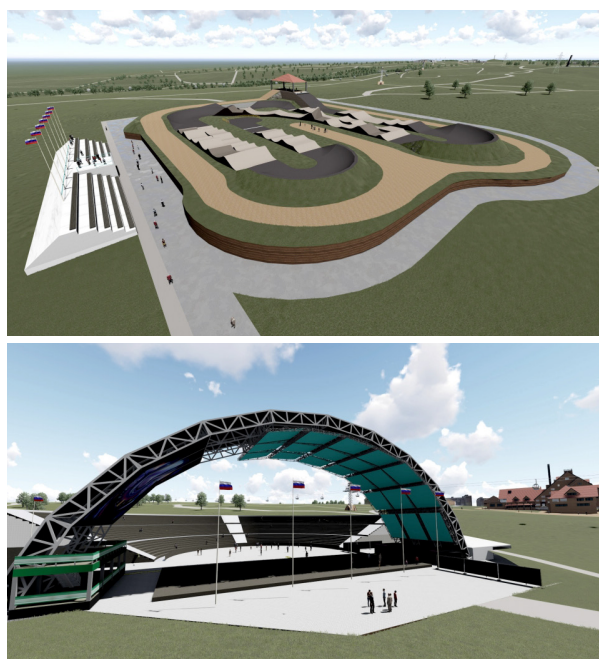


Рис. 6. Визуализация национального военно-исторического парка «Лысая гора»

Fig. 6. Visualization of the Bald Mountain National Military Historical Park

обустроены парковки, туалеты, пункты охраны и общественного питания, павильоны продажи сувенирной продукции (рис. 7).

Общая протяженность маршрута 4 000 пог.м.

В концепции изложены принципы организации музейной экспозиции, которая будет частью военно-исторического маршрута «Малое кольцо» на территории объекта культурного наследия федерального значения – Мамаев Курган. Используются специальные знаки из долговечных материалов, чтобы отметить памятные места и населенные пункты, которые были частью операции «Кольцо». Кроме того, на специальных стендах обозначены особенности конкретных событий, связанных со сражением, окружением и ликвидацией операции «Кольцо».

Для сохранения реального ландшафта экспозиционные плоскости должны быть прозрачными, но в то же время способными в интерактивном режиме воспроизводить информацию о конкретных событиях. Такой подход позволит более эффективно развивать историко-познавательный потенциал Мамаева Кургана и Мемориального комплекса «Героям Сталинградской битвы на Мамаевом кургане» и обеспечить более глубокое погружение в процессы и события, связанные с операцией «Кольцо».

Освещение дорожек в ночное время создает уют и безопасность, лавочки, эффектно встроенные в рельеф, восполняют дефицит мест для отдыха и визуально обогащают благоустройство территории (рис. 8).

Объекты в зоне влияния остановки военно-исторического маршрута с обозначением мест соприкосновения воюющих сторон в 1942-43 гг.

1 остановка

1. Аэродром Октябрьский;
2. Октябрьский;
3. Мариновка;
4. Комсомольский;
5. Прудбой;
6. Пос. ота. №2;
7. Карповка;
8. Новый Рогачик;
9. Береславка.

2 остановка

1. Песковатка;
2. Ставка Паулуса;
3. Толубинская;
4. Ромино-Красноярский;
5. Камыши;
6. Калач-на-Дону;
7. Пятигорск;
8. Ижевка;
9. Историческое место соединения фронтов.

3 остановка

1. Паньшино;
2. Донской;
3. Верный;
4. Бородино;
5. Западновка;
6. Бабурки;
7. Дмитриевка;
8. Братская могила;
9. Казачий курган;

4 остановка

1. Котлубаны;
2. Грачи;
3. Самофаловка;
4. Степной;
5. Россоска;
6. Совское военное кладбище;
7. Немецкое военное кладбище;
8. Новая надежда.
9. Ново-Алексеевский.

5 остановка

1. Кузьмин;
2. Опытная станция;
3. Ерзовка;
4. Лотошинка;
5. Орловка;
6. Гумрак;
7. Аэродром Гумрак, бункер Паулуса.

6 остановка

1. Спартановка;
2. СТЗ им. Дзержинского, Тракторный;
3. Завод Красный Октябрь, Краснооктябрьский;
4. Мамаев курган, Центральный;
5. Элеватор, Ворошиловский.

7 остановка

1. Царицын;
2. Концлагерь ДУЛАГ № 205;
3. Бывший немецкий аэродром;
4. Горьковский;
5. Аэродром Воропаново;
6. Песчанка;
7. Лысая гора;
8. Горькая полянка;
9. Гули Королевой.

8 остановка

1. Дмитриевка;
2. Австрийская балка;
3. Аэродром Питомник;
4. Бывший немецкий аэродром Новый Рогачик;
5. Водный;
6. Горный;
7. Пархоменко.

Объекты в зоне влияния остановки военно-исторического маршрута с обозначением мест соприкосновения воюющих сторон в 1942-43 гг.

Маршрут 1 - «Большое кольцо»

Маршрут 2 - «Малое кольцо»

Историко-мемориальный комплекс «Герои Сталинградской битвы»

Парк «Городов-побратимов»

Мемориальный парк

Стадион «Волгоград-Арена»



Рис. 7. Проекция границ «Сталинградское кольцо» на территории Мамаева Кургана
Fig. 7. Projection of the borders "Stalingrad Ring" on the territory of Mamaev Kurgan

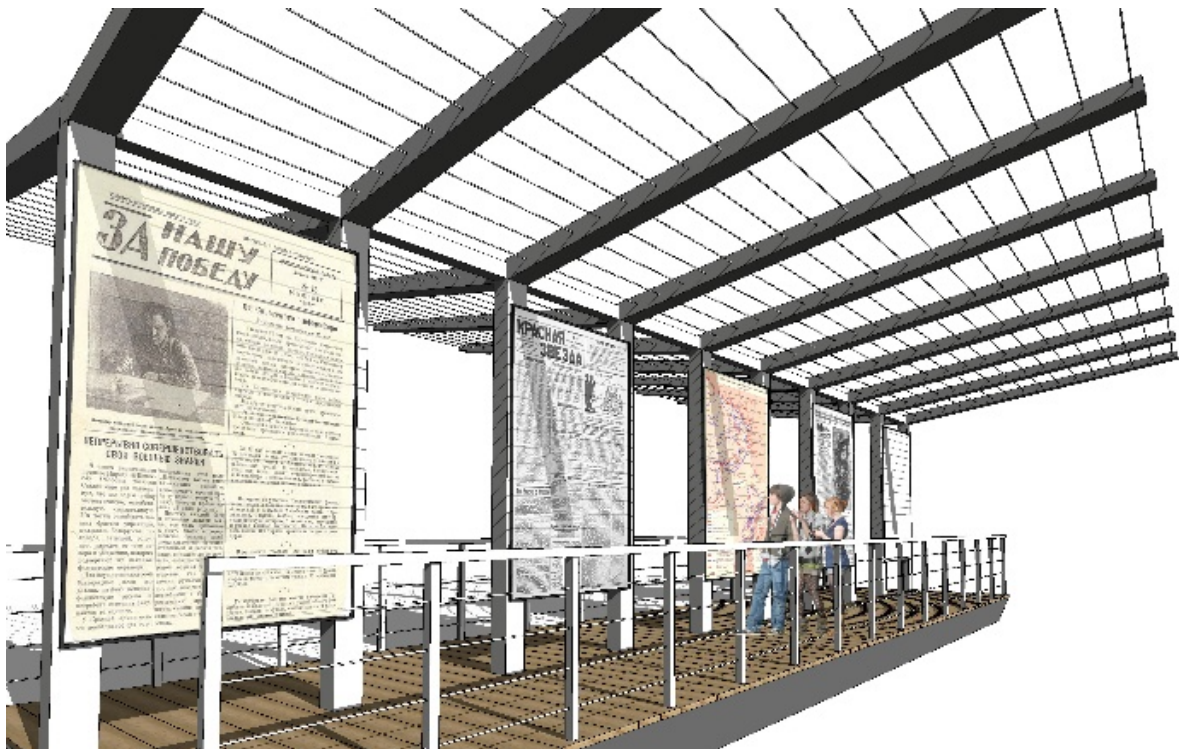


Рис. 8. Визуализация моста на территории Сталинградского кольца на Мамаевом Кургане
Fig. 8. Visualization of the bridge on the territory of the Stalingrad Ring on Mamaev Kurgan

Заключение

▪ В результате первого этапа исследования выявлены объекты военной истории на территории Волгоградской области и установлена их типология.

▪ Сформулированы и разработаны принципы сохранения и экспонирования объектов военной истории в структуре города на территории Волгоградской области.

▪ Разработана концепция формирования экспозиции объектов военной истории, включая все точки соединения операции «Кольцо».

▪ Реализация концепции будет способствовать положительному и устойчивому развитию туристической индустрии области, что приведет к появлению новых точек притяжения жителей города, а также нового туристического потока.

▪ Предложенная концепция предполагает выявление и использование памятников военной истории и природных территорий как опорных элементов региональной системы экспонирования. Экспозиция предполагает архитектурно-градостроительную структуру, складывающуюся из композиционных центров (центры туристского притяжения) и композиционных осей (туристические маршруты).

▪ В результате исследования установлено, что проект архитектурно-градостроительной организации объектов Сталинградской битвы имеет огромную практическую значимость, он способствует сохранению исторического наследия и передаче его будущим поколениям. Сталинградская битва имеет ключевое значение для России и всего мира, и создание музейных объектов помогает сохранить память об этом важном историческом событии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сталинградская битва июль 1942-февраль 1943: энциклопедия / под ред. М.М. Загорулько. Волгоград, 2012. 800 с. 5-е изд., испр. и доп.
2. Олейников П.П. Архитектурное наследие Сталинграда: монография. Волгоград, 2012.
3. Антюфеев А.В., Антюфеева О.А., Птичникова Г.А. Градостроительные основы определения границ объектов военной истории (достопримечательное место «Сталинградская битва») // Труды межд. конф. ПромИнженнинг – 2016 / НИУ ЮРГУ. Челябинск, 2016. С. 558–562.
4. Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://mkrf.ru/ais-egrkn> (дата обращения: 14.11.2022).
5. Методика проведения историко-культурных исследований с определением территорий объектов культурного наследия (произведений ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства), зон их

охраны, предметов охраны и режимов использования земель и градостроительных регламентов в границах зон охраны объектов культурного наследия (произведений ландшафтной архитектуры).

6. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention [Электронный ресурс]. URL: <http://whc.unesco.org/en/guidelines> (дата обращения: 14.11.2022).

7. Карты-схемы боевых действий в Сталинграде за период 1941–1942 гг., аэрофотосъемка люфтваффе за период 1942–1943 гг. территории Сталинграда, архивные картографические материалы, планы Сталинграда предвоенного периода. WWII Aerial Photos and Maps [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wwii-photos-maps.com/> (дата обращения: 25.11.2022).

8. Антюфеева О.А. Музейно-археологические комплексы в структуре города как новый тренд городского развития // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 2. С. 40–45. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.6.

9. Антюфеев А.В., Душко О.В., Остробородов В.Б., Птичникова Г.А. Архитектурно-градостроительные аспекты формирования территорий объектов военной истории: монография. Волгоград, 2020.

10. Guidelines for Documenting and Evaluating Historic Military [Электронный ресурс]. URL: aesc.army.mil/Portals/3/preserve/milland.pdf (дата обращения: 13.11.2022).

11. Criteria and grading. English Heritage [Электронный ресурс]. URL: <http://historicengland.org.uk/listing/what-is-designation/registered-battlefields/> (дата обращения: 20.11.2022).

12. Антюфеев А.В., Остробородов В.Б., Птичникова Г.А. Памятники военной истории в пространстве современного города: «дух места» как предмет охраны // Социология города. 2016. № 3. С. 5–15.

REFERENCES

1. Zagorulko M.M. *Stalingradskaia bitva i iul' 1942-fevral' 1943: jenciklopedija* [Battle of Stalingrad July 1942-February 1943: Encyclopedia]. Volgograd, 2012. 800 P. 5th ed., rev. and add.
2. Oleinikov P.P. *Arhitekturnoe nasledie Stalingrada: monografija* [Architectural heritage of Stalingrad: monograph]. Volgograd, 2012.
3. Antyufeev A.V., Antyufeeva O.A., Ptichnikova G.A. Urban planning foundations for determining the boundaries of objects of military history (landmark "Battle of Stalingrad"). *Trudy mezhd. konf. PromInzheniring – 2016* [Proceedings inter. conf. PromEngineering – 2016]. Chelyabinsk, NRU YURGU, 2016, pp. 558–562. (In Russian)
4. Unified State Register of Cultural Heritage Sites (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation. Available at: <http://mkrf.ru/ais-egrkn> (accessed 14 November 2022)
5. Methodology for conducting historical and cultural research with the definition of territories of cultur-

al heritage objects (works of landscape architecture and landscape art), zones of their protection, objects of protection and modes of use of land and urban planning regulations within the boundaries of zones of protection of cultural heritage objects (works of landscape architecture).

6. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. Available at: <http://whc.unesco.org/en/guidelines> (accessed 14 November 2022).

7. Maps-diagrams of hostilities in Stalingrad for the period 1941-1942, aerial photography of the Luftwaffe for the period 1942-1943 of the territory of Stalingrad, archival cartographic materials, plans of Stalingrad of the pre-war period. WWII Aerial Photos and Maps. Available at: <http://www.wwii-photos-maps.com/> (accessed 25 November 2022).

8. Antyufeeva O.A. Museum and Archaeological Complexes in the Structure of the City as a New Trend of Urban Development. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 40-45. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.6

9. Antyufeev A.V., Dushko O.V., Ostroborodov V.B., Ptichnikova G.A. *Arhitekturno-gradostroitel'nye aspekty formirovaniya territorij ob'ektov voennoj istorii: monografiya* [Architectural and urban planning aspects of the formation of territories of objects of military history: monograph]. Volgograd, 2020.

10. Guidelines for Documenting and Evaluating Historic Military. Available at: aec.army.mil/Portals/3/preserve/milland.pdf (accessed 13 November 2022)

11. Criteria and grading. English Heritage. Available at: <http://historicengland.org.uk/listing/what-is-designation/registered-battlefields/> (accessed 20 November 2022)

12. Antyufeev A.V., Ostroborodov V.B., Ptichnikova G.A. Monuments of military history in the space of a modern city: "spirit of place" as a subject of protection. *Sociologija goroda* [Sociology of the City], 2016, no. 3, pp. 5-15. (in Russian)

Об авторах:

АНТЮФЕЕВ Алексей Владимирович

кандидат архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой урбанистики
и теории архитектуры, академик РААСН
Волгоградский государственный технический
университет
400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28
ведущий научный сотрудник
ФБГУ «ЦНИИП Минстроя РФ»
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: antyufeev_a@mail.ru

МОЛОТКОВА Виктория Андреевна

ассистент кафедры урбанистики и теории архитектуры
Волгоградский государственный
технический университет
400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28

ANTYUFEEV Alexey V.

PhD of Architecture, Professor, Head of the Urban Studies
and Theories of Architecture Chair,
Academician of RAASN
Volgograd State Technical University
400005, Russia, Volgograd, Lenin av., 28
Leading Researcher
Federal State Institution "TsNIIP of the Ministry
of Construction of the Russian Federation"
119331, Russia, Moscow, pr. Vernadsky, 29
E-mail: antyufeev_a@mail.ru

MOLOTKOVA Viktoria An.

Assistant of the Urban Studies and Theory
of Architecture Chair
Volgograd State Technical University
400005, Russia, Volgograd, Lenin av., 28

Для цитирования: Антюфеев А.В., Молоткова В.А. Архитектурно-градостроительное экспонирование объектов военной истории Сталинградской битвы // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 180-187. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.22.

For citation: Antyufeev A.V., Molotkova V.A. Architectural and urban exposure of objects of the military history of the battle of Stalingrad. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 180-187. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.22.

Г. А. ПТИЧНИКОВА
А. В. КАЗАКОВА

СВЕТОУРБАНИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА ГОРОДСКИХ СОБЫТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА «МОСТ ПАМЯТИ» В ГОРОДЕ-ГЕРОЕ ВОЛГОГРАДЕ)

LIGHT-URBAN DESIGN OF THE SPACE OF URBAN EVENTS (USING THE EXAMPLE
OF «THE BRIDGE OF MEMORY» PROJECT IN THE HERO-CITY OF VOLGOGRAD)

В современном мире города играют ключевую роль в формировании культурного облика общества, и организация пространства для городских событий становится важным элементом этого процесса. Светоурбанистическое проектирование, или проектирование освещения городских пространств, позволяет не только подчеркнуть историческую и культурную значимость города, но и создать уникальные и запоминающиеся образы, способные привлечь внимание к важным событиям и датам. Проект «Мост Памяти» в Волгограде является ярким примером такого подхода. Актуальность темы обусловлена растущим интересом к уникальным и значимым городским пространствам, которые могут стать символами важных исторических событий и дат. Проектирование городского освещения включает в себя не только обеспечение безопасности и комфорта для горожан, но и создание выразительного светового образа, способного формировать благоприятную «психологическую атмосферу». Светоурбанистический подход объединяет искусственное освещение с городской средой, создавая гармоничное и эстетически привлекательное пространство. Существует несколько видов светоурбанистического проектирования, таких как функциональное, архитектурное, декоративное, световое шоу, адаптивное и экологическое освещение. Световое шоу – это представление в темноте с использованием специального светящегося оборудования, которое привлекает внимание к важным событиям и сохраняет память о них. Проект «Мост Памяти», посвященный 80-летию окончания Сталинградской битвы, стал ярким примером такого шоу. Сочетание различных архитектурно-художественных приемов позволяет создавать уникальные световые сценарии, которые соответствуют характеру и атмосфере города или события. Светоурбанистическое проектирование не только улучшает визуальное восприятие городской среды, но и способствует созданию благоприятной атмосферы для жизни и отдыха горожан.

Ключевые слова: светоурбанистическое проектирование, освещение города, праздничное освещение, городская среда, городские пространства, городские события

In the modern world, cities play a key role in shaping the cultural image of society, and the organization of space for urban events is becoming an important element of this process. Urban lighting design, or urban space lighting design, allows not only to emphasize the historical and cultural significance of the city, but also to create unique and memorable images that can draw attention to important events and dates. The Bridge of Memory project in Volgograd is a prime example of this approach. The relevance of the topic is due to the growing interest in unique and significant urban spaces that can become symbols of important historical events and dates. The design of urban lighting includes not only ensuring safety and comfort for citizens, but also creating an expressive light-color image capable of forming a favorable “psychological atmosphere”. The light-urban approach combines artificial lighting with the urban environment, creating a harmonious and aesthetically attractive space. There are several types of light urban design, such as functional, architectural, decorative, light show, adaptive and environmental lighting. A light show is a performance in the dark using special luminous equipment that draws attention to important events and preserves the memory of them. The Bridge of Memory project, dedicated to the 80th anniversary of the end of the Battle of Stalingrad, became a vivid example of such a show. The combination of various architectural and artistic techniques allows you to create unique lighting scenarios that match the character and atmosphere of a city or event. Light-urban design not only improves the visual perception of the urban environment, but also contributes to the creation of a favorable atmosphere for the life and recreation of citizens.

Keywords: urban lighting design, city lighting, festive lighting, urban environment, urban spaces, urban events

В наши дни в любом городе наличие электрического освещения является неотъемлемой частью его существования. Но в современном мире города становятся не только местом проживания людей, но и важными центрами культуры, истории и событий. Организация пространства городских событий играет ключевую роль в создании уникальной атмосферы и привлечении внимания жителей и гостей города. В этом контексте светоурбанистическое проектирование становится мощным инструментом, позволяющим преобразовать городскую среду и подчеркнуть её историческую и культурную значимость [1–3].

Города становятся важными культурными центрами в условиях глобализации и урбанизации. Проект «Мост Памяти» в Волгограде демонстрирует возможности светоурбанистического подхода в создании пространств, которые объединяют историю, культуру и современность, делая город более привлекательным и значимым [4].

Проблематика темы заключается в необходимости выявления приёмов светоурбанистического подхода в организации городских событий для дальнейшего применения их на практике, направленной на сохранение исторической памяти и формирование культурной идентичности.

Актуальность темы обусловлена растущим интересом к созданию запоминающихся городских пространств, способных привлечь внимание к важным событиям и датам. Это могут быть государственные праздники, культурные фестивали, спортивные соревнования и другие значимые мероприятия. Такие пространства становятся символами города и его истории, а также способствуют укреплению его идентичности и культурного наследия.

Целью исследования стало выявление приёмов светоурбанистического подхода в организации городских событий для дальнейшего применения их на практике, направленной на сохранение исторической памяти и формирование культурной идентичности.

Выявление и применение светоурбанистических приёмов в организации городских событий является важным инструментом для создания ярких и запоминающихся мероприятий, способствующих развитию городской культуры и привлекающих внимание к важным социальным и культурным инициативам.

Проектирование городского освещения – это сложный и многогранный процесс, направленный на создание гармоничной и эффективной цветосветовой среды в городском пространстве. Основная цель такого проектирования заключается в обеспечении функцио-

нальности, безопасности и эстетической привлекательности городского пространства [5].

В проектировании городского освещения существуют следующие задачи:

- обеспечение необходимой видимости для безопасного движения пешеходов и транспорта, комфортных зрительных условий для всех жителей города;

- создание выразительного цветоцветового образа города, ансамбля и объектов, попадающих в поле зрения жителей [6];

- формирование благоприятной «психологической атмосферы» вечернего города [7].

В области проектирования городского освещения можно выделить два основных подхода, которые определяют стратегии и методы создания эффективных и эстетически привлекательных систем освещения для городских пространств:

1. Светоурбанистический подход – это профессиональное решение задач по интеграции искусственного освещения в городскую среду.

2. Светообъемный подход – это решение задач по интеграции света в материальную форму архитектурных объектов, таких как объём, пластика и цвет [8].

Проектирование в светоурбанистической области является преимущественно концептуальным процессом, который может включать в себя разработку световых планов, ансамблей и функционального художественного освещения ландшафта. Разрабатываемые элементы зависят от масштаба поставленных задач. Проектирование в области светообъемного подхода является более детальным и представляет собой более конкретную реализацию идей «светового урбанизма». Основной целью светоурбанистического проектирования является повышение эстетической привлекательности города в тёмное время суток [8].

В современном мире можно выделить и различные виды светоурбанистического проектирования:

- функциональное освещение (равномерное распределение света по территории);

- архитектурное освещение (выделение архитектурных особенностей зданий);

- декоративное освещение (украшение городских пространств, создание праздничной атмосферы);

- световое шоу (создание уникальных световых композиций, динамических световых эффектов, которые могут сопровождаться музыкой, видеорядом или другими элементами);

- адаптивное освещение (использование систем, способных автоматически регулировать интенсивность и направление света в зависимости от различных факторов);

▪ экологическое освещение (применение экологически чистых источников света, снижение энергопотребления, уменьшение воздействия на окружающую среду).

Рассмотрим более подробно один из видов светового шоу – световое шоу.

Световое шоу в контексте городского пространства – это представление, которое исполняется в темноте, т. е. в темное время суток, с использованием специального светящегося оборудования. Оно также может сопровождаться музыкальными композициями. На английский язык «световое шоу» дословно переводится как «light show», но чаще употребляется другое словосочетание – «LEDshow». LED (Light-emitting diode) show – это понятие было введено в обиход в те времена, когда основой для светового реквизита или костюмов были именно светодиоды или светодиодные ленты, которые по-другому называются LED-ленты. Так, технологии развивались, а название осталось прежним. Световое шоу представляет собой не только способ передачи информации, но и возможность погрузить человека в атмосферу важного события, привлечь внимание к его значению и сохранить память о нём [9].

Одним из таких световых шоу, посвящённых важному событию, был проект «Мост Памяти». Он проходил 1-2 февраля 2023 года и был посвящён 80-летию окончания Сталинградской битвы. Этот проект сочетал в себе как световое шоу, так и декоративное и архитектурное освещение [1, 10].

Сталинградская битва (1942–1943 гг., с 17 июля по 2 февраля) стала одним из ключевых сражений

Великой Отечественной войны. Она развернулась на берегах Волги и определила дальнейший ход истории не только Советского Союза, но и всего мира. Сталинградская битва стала символом мужества и героизма советских солдат и офицеров. Для города Волгограда (тогда Сталинграда) эта победа стала символом возрождения и надежды. И по сей день в Волгограде хранят память о Сталинградской битве. В городе установлены посвящённые этому сражению памятники и мемориалы, созданы музеи и выставки, рассказывающие о героях и событиях тех лет [11].

В честь 80-й годовщины победы в Сталинградской битве проходили мероприятия, направленные на сохранение памяти о тех, кто защищал Родину в годы войны. Одним из таких мероприятий стало световое шоу, которое привлекло внимание многих людей.

Проект «Мост Памяти» включал несколько локаций города (рис. 1). Это:

- Мамаев курган
- Музей-панорама «Сталинградская битва»
- Железнодорожный вокзал «Волгоград-1»
- Площадь перед собором Александра Невского

Невского

- Аллея Героев

▪ Нижняя терраса Центральной набережной [1].

В локации Мамаев курган действия разворачивались непосредственно около самой скульптуры «Родина-мать зовёт!» Она была подсвечена с помощью динамических проекций, а в конце состоялся праздничный фейерверк.

На фасаде Музея-панорамы «Сталинградская битва», Дома Павлова и руинах мельницы Гергардта благодаря 3D-мэппингу пылало пламя, летели журавли, взрывались снаряды, пла-

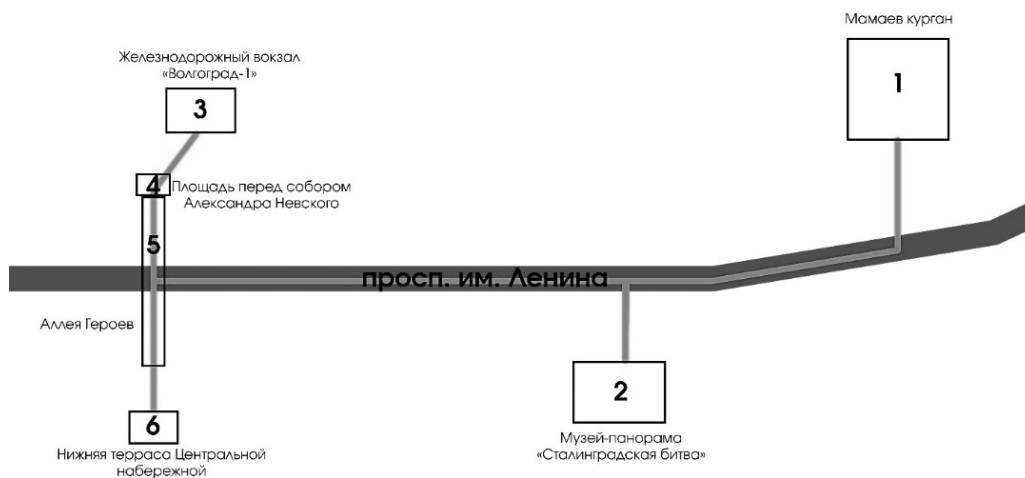


Рис. 1. Схема общего расположения объектов вдоль проспекта им. Ленина

Fig. 1. The scheme of the general location of objects along Lenin Ave

вился металл. Была показана хроника битвы от её начала до восстановления Сталинграда.

Главным объектом на территории Железнодорожного вокзала «Волгоград-1» стал фасад здания – на него были спроецированы динамичные изображения.

Переходной точкой между Вокзалом и Аллеей Героев стала Площадь перед собором Александра Невского. На ней были установлены световые экраны, а также световая инсталляция в виде больших красных светящихся букв «СТАЛИНГРАД».

Аллея Героев представляла собой длинную зону-галерею – на ней были установлены световые стенды с информацией о ходе сражения, рассказами очевидцев, письмами с фронта, картинами, посвященными битве, и пр. Были задействованы также фасады окружающих аллею зданий и даже скульптуры (Стелла Защитникам Красного Царицына) – на них были воспроизведены изображения летящих аистов.

Заключительной локацией светового шоу стала Нижняя терраса Центральной набережной. На ней располагалась сцена, на которой проходили праздничные выступления местных коллективов, после чего началось грандиозное лазерное шоу с последующим запуском фейерверков.

Одним из элементов общей композиции стало проецирование в небо над локациями световых лучей, которые, пересекаясь, олицетворяют символический «Мост Памяти» – связь между поколением победителей и их потомками.

На основе проекта «Мост Памяти» в городе-герое Волгограде можно выделить следующие архитектурно-художественные приемы создания цветосветовых композиций:

1. Проекция на фасаде – технология проецирования изображений и видеоинформации на фасады зданий в трёхмерном формате (рис. 2).

Данный архитектурно-художественный прием создания цветосветовых композиций представляет собой современную мультимедиа технологию, позволяющую проецировать изображение на объемные объекты, наделяя их новыми визуальными характеристиками. Технология построена на основе трехмерного компьютерного моделирования проекции. Проецируемое на объект изображение учитывает его форму и расположение в пространстве [12].

2. Проекция на памятники/скульптуры – технология проецирования изображений и видеоинформации на поверхность памятников/скульптур в трёхмерном формате (рис. 3).

Принцип работы аналогичен с приемом проецирования на фасадах, т. е. в основе технологии лежит использование трёхмерного компьютерного моделирования проекции.

3. Фейерверк – декоративные огни разнообразных цветов и форм, получаемые при сжигании пиротехнических составов (рис. 4).

Конструкция фейерверка состоит из корпуса – картонной трубки (гильзы), которая определяет направление для снопа искр и защищает

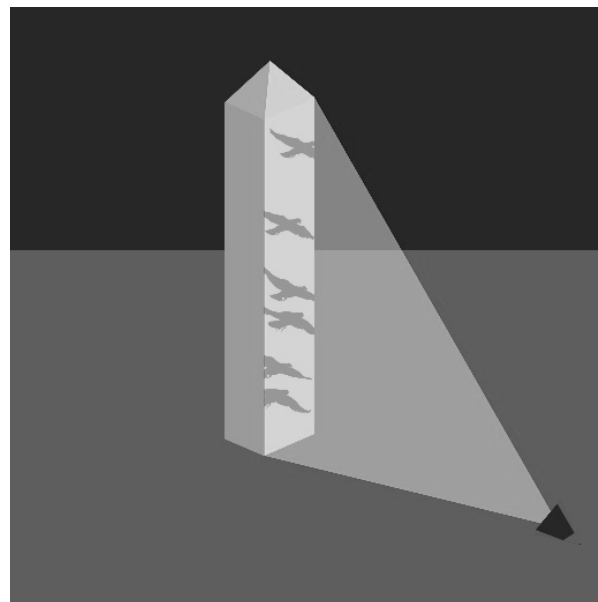
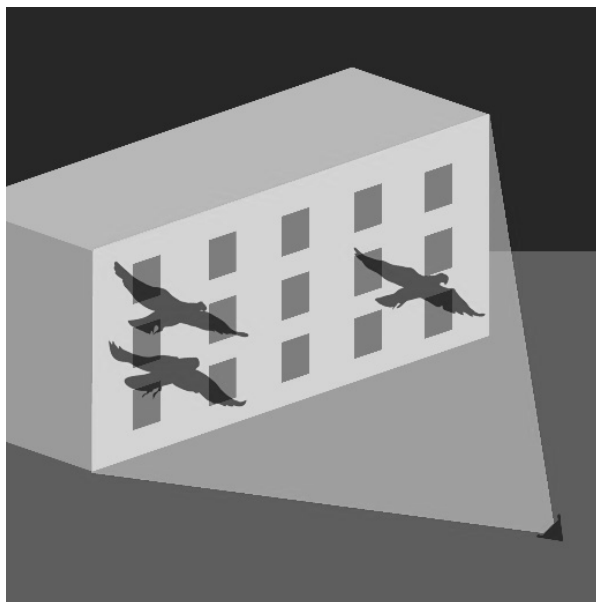


Рис. 2, 3. Иллюстративные изображения приемов проекции на фасаде и проекции на памятники/скульптуры

Fig. 2, 3. Illustrative images of projection techniques on the facade and projection on monuments/sculptures

содержимое от внешнего воздействия, и зажигающего шнура (фитиля). Через фитиль огонь попадает к пиротехнической смеси – пороху и различным химическим соединениям, которые при горении дают разноцветные вспышки. Некоторые фейерверки содержат пистолки и свистки для создания звуковых эффектов [13].

4. Лазерные установки – яркие линии точно направленного света, излучаемые специальным оборудованием – лазерными установками (рис. 5).

Принцип создания графического изображения лазером следующий: направление луча на плоскость экрана осуществляется с помощью двух маленьких зеркал. Отражаясь от зеркала, луч перемещается горизонтально ко второму зеркалу; отражаясь от него, он меняет направление на вертикальное. Управление зеркалами осуществляется через компьютер [14].

5. Световые экраны – светодиодный экран с воспроизводимыми на нем изображениями и/или видео (рис. 6).

Такой экран состоит из модулей различных размеров, на которых расположены светодиоды – полупроводниковые элементы, проводящие ток. Модули комплектуются в кабинеты и подключаются с тыльной стороны к электронике. Кабинеты могут иметь различный размер, работают независимо, но также и объединяются в цельную конструкцию. Благодаря этому можно собрать экран каких угодно размеров и транслировать на нем единые масштабные изображения без видимых стыков. Такое строение позволяет создавать видеостены сложных форм: изогнутые, выпуклые, повторяющие

форму поверхности, на которой установлены [15].

6. Световые инсталляции – объемный объект (фигуры, буквы, силуэты), созданный по принципу лайтбокса, – создает мягкий рассеянный свет по всей площади или с конкретных сторон объекта (рис. 7).

Конструкция световой инсталляции представляет собой закрытый фигурный короб, внутри которого находятся осветительные приборы. На задней части монтируется осветительное оборудование.

В качестве источника света применяют люминесцентные лампы (дают дневной свет, просты в монтаже, стоят недорого), неон (обеспечивает яркий свет, бывает различных оттенков, позволяет получать необычные конструкции), светодиоды (отличаются увеличенным сроком службы, не требуют много электроэнергии) [16].

7. Световые лучи – условная линия, вдоль которой распространяется свет, излучаемый специальным оборудованием – прожектором (рис. 8).

Работа прожектора происходит следующим образом: лучи от источника света, отражаясь от рефлектора и преломляясь в дополнительной линзе, попадают на комбинированную линзу, преломляясь в которой отклоняются таким образом, что формируют световой поток с заданной границей [17].

8. Иллюминация – светодиоды или лампочки, расположенные на едином кабеле; используется для украшения зданий, улиц, площадей, сооружений и элементов ландшафта (рис. 9).

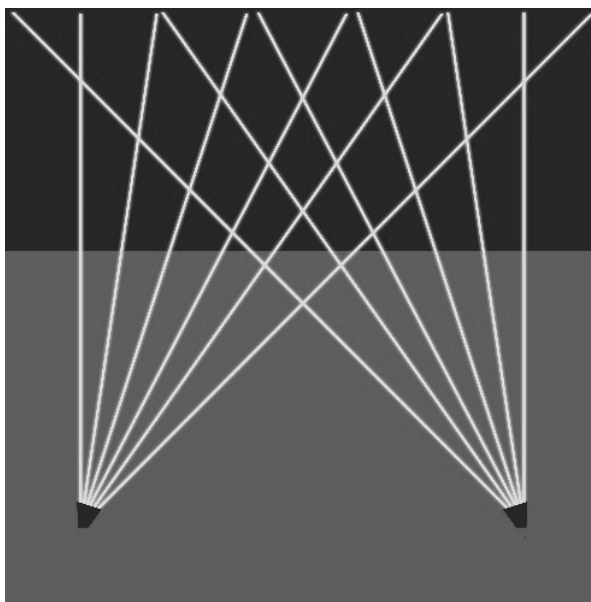


Рис. 4, 5. Иллюстративные изображения приемов фейерверка и лазерных установок
Fig. 4, 5. Illustrative images of fireworks and laser installations

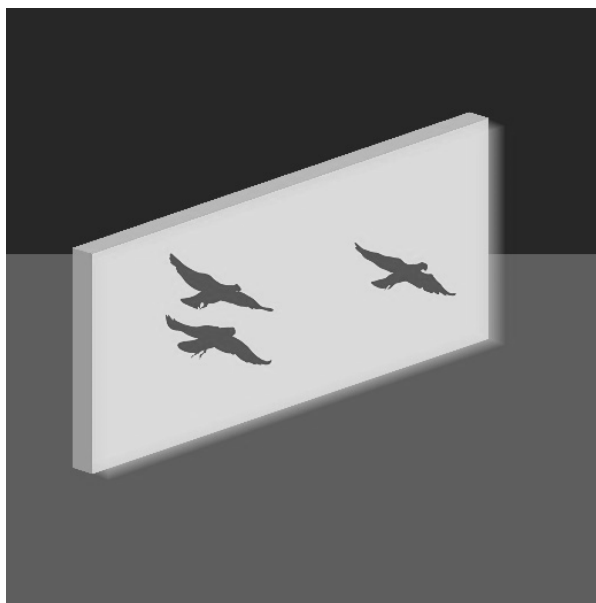


Рис. 6, 7. Иллюстративные изображения приемов светового экрана и световой инсталляции
Fig. 6, 7. Illustrative images of light screen techniques and light installation

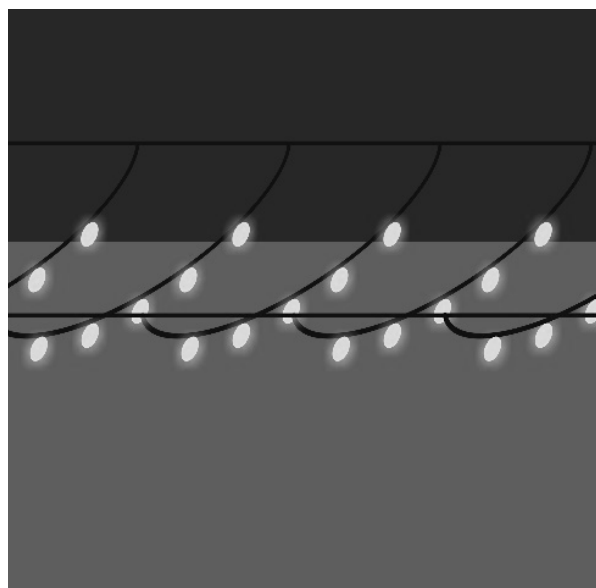
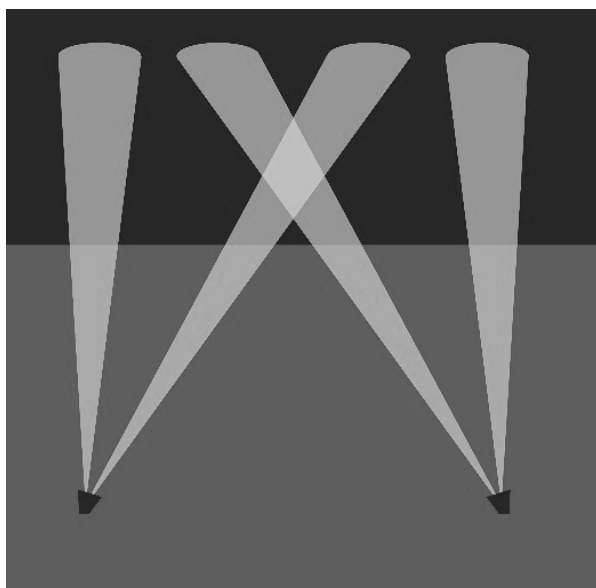


Рис. 8, 9. Иллюстративные изображения приемов световых лучей и иллюминации
Fig. 8, 9. Illustrative images of the techniques of light rays and illumination

Принцип работы иллюминации заключается в том, что блок питания преобразует сетевое напряжение в низкое напряжение и подаёт его на контроллер. Контроллер, в свою очередь, управляет работой светодиодов, изменяя их цвет, яркость и частоту мигания [18].

Данное исследование проекта «Мост Памяти» в городе-герое Волгограде позволило выделить приёмы светоурбанистического подхода в организации городских событий и сделать следующие выводы:

1. Выделенные приемы в дальнейшем можно применять на практике, направленной на сохранение исторической памяти и формирование культурной идентичности.

2. Проект «Мост Памяти» в Волгограде является ярким примером того, как светоурбанистическое проектирование может быть использовано для создания пространства городских событий.

3. Светоурбанистическое проектирование позволяет создавать гармоничное и функциональное городское пространство.

4. Сочетание различных архитектурно-художественных приемов создания цветосветовых композиций в светоурбанистическом проектировании светового шоу позволяет создать уникальные световые сценарии, которые будут соответствовать характеру и атмосфере города или события.

5. Дальнейшее развитие светоурбанистического проектирования должно учитывать тенденции в области энергоэффективности, экологичности и инноваций. Важно использовать современные технологии и материалы, которые позволяют создавать более эффективные и безопасные системы освещения.

Выводы, полученные в ходе исследования, могут быть полезны для разработки рекомендаций по созданию сценариев пространств городских событий в светоурбанистическом проектировании в разных городах мира. Это позволит создать более комфортные и привлекательные пространства, которые будут способствовать развитию городов и повышению качества жизни горожан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлова Л.Н., Норенков С.В., Бутыревская И.Н. Светоурбанистическое моделирование в формировании комфортной городской среды // *Жилищное строительство*. 2018. № 12. С. 16–20.
2. Карпенко Е.В. Световое проектирование городской среды // *Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета*. 2016. № 1 (26). С. 78–93.
3. Орлова Л.Н. Проблемы и перспективы оптимизации световой среды городов // *Градостроительство и архитектура*. 2017. Т. 7, № 4. С. 122–126. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.21.
4. Памятники Волгограда засияли светом к 80-летию победы в Сталинградской битве [Электронный ресурс]. URL: <https://www.volgograd.kp.ru/daily/27459/4715206/> (дата обращения: 02.02.2024).
5. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. М.: Архитектура-С, 2006. 319 с.
6. Стребкова К.А. Колористическое решение городского пространства в различные исторические периоды // *Градостроительство и архитектура*. 2011. Т. 1, № 3. С. 62–65. DOI: 10.17673/vestnik.2011.03.14.
7. Быстрынцева Н.В. Комплексный подход в создании световой среды вечернего города: автореф. дис. ... канд. арх-ры: 05.23.20. М.: Моск. архитектур. ин-т, 2015. 25 с.
8. Щепетков Н.И. Формирование световой среды вечернего города: автореф. дис. ... д-ра арх-ры: 18.00.01. М.: Моск. архитектур. ин-т, 2004. 64 с.
9. Светодиодное шоу [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1622096> (дата обращения: 07.05.2024).
10. Новости – Официальный сайт администрации Волгограда – Мост Памяти [Электронный ре-

сурс]. URL: <https://volgadmin.ru/d/districts/kiradm/newsdistrict/i2313> (дата обращения: 20.12.2024).

11. Тюшкевич С.А. Поворот всемирной истории. Опыт Великой Победы над фашизмом. М.: Проспект, 2024. 400 с.

12. Уличная и архитектурная 2D и 3D проекция (2D и 3D mapping) [Электронный ресурс]. URL: https://pogumax.ru/article_street_architectural_2d_3d_mapping (дата обращения: 23.12.2024).

13. В Пермском Политехе рассказали о том, как устроен фейерверк [Электронный ресурс]. URL: <https://naked-science.ru/article/column/v-permskkak-ustroen-fejer> (дата обращения: 25.12.2024).

14. Киямов Р.В., Хмелев Е.А., Юнусов И.Ф. Лазерные установки – будущее ближе, чем кажется // *Вестник науки и образования*. 2016. № 9(21). С. 40–42.

15. Ким В.Х., Новодворская А.А., Захаров А.И., Коняшкина А.Ю., Рассулов В.А. Люминесцентные экраны для светодиодных осветительных устройств и перспективы их использования в дизайне // *Успехи в химии и химической технологии*. 2015. Т. 29, № 7(166). С. 35–37.

16. Лебединская А.Р., Геппель С.А. Современные технологии создания световых пространственных инсталляций в городской среде // *Вестник МАСИ*. 2024. № 1. С. 7–12. DOI: 10.52470/2619046X_2024_1_7.

17. Светодиодный прожектор: виды, классификация, устройство и рекомендации по выбору [Электронный ресурс]. URL: <https://emitter.pro/blog/svetodiodnyj-prozhektor-vidy-klassifikacziya-ustrojstvo-i-rekomendaczii-po-vyboru/> (дата обращения: 25.06.2024).

18. Добродей А.О., Подденежный Е.Н., Бойко А.А., Евминов Л.И. Применение светодиодов для систем освещения (обзор) // *Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого*. 2008. № 1(32). С. 037–049.

REFERENCES

1. Orlova L.N., Norenkov S.V., Butyrevskaya I.N. Light urban modeling in the formation of a comfortable urban environment. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2018, no. 12, pp. 16–20. (in Russian)
2. Karpenko E.V. Light design of the urban environment. *Vestnik Inzhenernoj shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta* [Bulletin of the Engineering School of the Far Eastern Federal University], 2016, no. 1(26), pp. 78–93. (in Russian)
3. Orlova L.N. Problems and prospects for optimizing the lighting environment of cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2017, vol. 7, no. 4, pp. 122–126. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.04.21
4. Monuments of Volgograd shone with light for the 80th anniversary of the victory in the Battle of Stalingrad. Available at: <https://www.volgograd.kp.ru/daily/27459/4715206/> (accessed 02 February 2024).
5. Shchepetkov N.I. *Svetovoj dizajn goroda* [Light design of the city]. Moscow, Architecture-C, 2006. 319 p.
6. Strebkova K.A. Coloristic solution of urban space in various historical periods. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2011, vol. 1, no. 3, pp. 62–65. (in Russian) DOI: 10.17673/vestnik.2011.03.14

7. Bystriantseva N.V. *Kompleksnyj podhod v sozdanii svetovoj sredy večernego goroda: avtoref.* Cand. Diss. [An integrated approach to creating the light environment of the evening city: author. Cand. Diss.]. Moscow, Mosk. architectures. in-t, 2015. 25 p.
8. Shhepetkov N.I. *Formirovanie svetovoj sredy večernego goroda: avtoref.* Doct. Diss. [Formation of the light environment of the evening city: abstract. Doct. Diss.]. Moscow, Mosk. architectures. in-t, 2004. 64 p.
9. LED show. Available at: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1622096> (accessed 07 May 2024)
10. News – Official website of the Volgograd administration – Bridge of Memory. Available at: <https://volgadmin.ru/d/districts/kiradm/newsdistrict/i2313> (accessed 20 December 2024)
11. Tyushkevich S.A. *Povorot vsemirnoj istorii. Opyt Velikoj Pobedy nad fashizmom* [The turn of world history. The experience of the Great Victory over fascism]. Moscow, Prospect, 2024. 400 p.
12. 2D and 3D street and architectural projection (2D и 3D mapping). Available at: https://pogumax.ru/article_street_architectural_2d_3d_mapping (accessed 23 December 2024)
13. Perm Polytechnic told about how fireworks are arranged. Available at: <https://naked-science.ru/article/column/v-permskkak-ustroen-fejer> (accessed 25 December 2024)
14. Kiyamov R.V., Khmelev E.A., Yunusov I.F. Laser installations - the future is closer than it seems. *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Journal of Science and Education], 2016, no. 9(21), pp. 40–42. (in Russian)
15. Kim V.Kh., Novodvorskaya A.A., Zakharov A.I., Konyashkina A.Yu., Rassulov V.A. Fluorescent screens for LED lighting devices and prospects for their use in design. *Uspehi v himii i himicheskoy tehnologii* [Advances in Chemistry and Chemical Technology], 2015, vol. 29, no. 7(166), pp. 35–37. (in Russian)
16. Lebedinskaya A.R., Geppel S.A. Modern technologies for creating light spatial installations in an urban environment. *Vestnik MASI* [Bulletin of MASI], 2024, no. 1, pp. 7–12. (in Russian) DOI: 10.52470/2619046X_2024_1_7
17. LED spotlight: views, classification, device and selection recommendations. Available at: <https://emitter.pro/blog/svetodiodnyj-prozhektor-vidy-klassifikacziya-ustrojstvo-i-rekomendaczii-po-vyboru/> (accessed 25 June 2024)
18. Dobrodey A.O., Poddenezhny E.N., Boyko A.A., Evminov L.I. Application of LEDs for lighting systems (overview). *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. P.O. Suhogo* [Bulletin of Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi], 2008, no. 1(32), pp. 037–049. (in Russian)

Об авторах:

ПТИЧНИКОВА Галина Александровна

доктор архитектуры, профессор, профессор-консультант, академик РААСН,
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
главный научный сотрудник
Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства,
Филиал ЦНИИП Минстроя РФ
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: ptichnikova_g@mail.ru

КАЗАКОВА Анастасия Владимировна

инженер кафедры дизайна
и монументального декоративного искусства
Волгоградский государственный
технический университет
400074, Россия, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
E-mail: ankazakova381@yandex.ru

PTICHNIKOVA Galina Al.

Doctor of Architecture, Professor, Professor-consultant,
Academician of RAASN,
National Research Moscow State University of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye sh., 26
Chief Scientist
Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning
Branch «TsNIIP of the Ministry of Construction of the Russian Federation»
119331, Russia, Moscow, pr. Vernadsky, 29
E-mail: ptichnikova_g@mail.ru

KAZAKOVA Anastasia V.

Engineer of the Design
and Monumental Decorative Arts Chair
Volgograd State Technical University
400074, Russia, Volgograd, Akademicheskaya st., 1
E-mail: ankazakova381@yandex.ru

Для цитирования: Птичникова Г.А., Казакова А.В. Светоурбанистическое проектирование пространства городских событий (на примере проекта «Мост Памяти» в городе-герое Волгограде) // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 188–195. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.23.

For citation: Ptichnikova G.A., Kazakova A.V. Light-urban design of the space of urban events (using the example of «the bridge of memory» project in the hero-city of Volgograd). *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 188–195. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.23.

А. ЮНИС

АРХИТЕКТУРНАЯ МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТИПОВЫХ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ГОРОДАХ СИРИИ

AN ARCHITECTURAL METHODOLOGY FOR COMPREHENSIVE ANALYSIS OF TYPICAL BASIC EDUCATION SCHOOL BUILDINGS IN SYRIAN CITIES

Рассматривается разработка архитектурной методики комплексного анализа существующих школьных зданий базового образования, пострадавших в результате боевых действий в сирийских городах, в рамках процесса восстановления и реконструкции с целью модернизации и совершенствования типовых решений школьных зданий. Исследование основано на нормативном документе МГСН 4.06-03 «Общеобразовательные учреждения», в котором указан обязательный и рекомендуемый состав и площади помещений. Также в исследовании приведена разработанная автором методическая сетка функциональной оценки существующих школьных зданий в сирийских городах. Методическая сетка позволяет оценить любой типовой проект школы, используемый для строительства в городе, а также оценить уже существующие проекты школьного фонда и получить рекомендации по устранению выявленных недостатков в функциональной организации. Разработанная методика включает три критерия определения степени соответствия существующих зданий современным нормам: функциональные группы и примерный состав помещений, функциональные взаимодействия и площади помещений.

Ключевые слова: школьная архитектура, функциональные оценки школ, модель школьного пространства, типовой проект школ, методическая сетка, базовое образование

This study deals with the development of an architectural methodology for a comprehensive analysis, of existing basic education school buildings affected by the fighting in Syrian cities, as part of the rehabilitation and reconstruction process to modernize and improve the typical solutions of school buildings. The study is based on the normative document MGSN 4.06-03 "General Educational Institutions", which specifies the mandatory and recommended composition and areas of premises. The study also utilizes the methodological grid developed by the author for functional assessment of existing school buildings in urban areas. This grid allows the evaluation of any typical school design used for construction in the city, as well as the evaluation of existing school building stock designs and recommendations to address identified deficiencies in functional organization. The developed methodology consists of three criteria for determining the degree of compliance of existing buildings with modern norms: functional groups and approximate composition of rooms, functional interaction and floor areas.

Keywords: school architecture, functional school assessments, school space model, model school design, methodology grid, basic education

Введение

Образовательная среда является одним из наиболее важных факторов, влияющих на качество образования и образовательный процесс учащихся, поскольку формирование внутреннего пространства в школах играет жизненно важную роль в поддержке процессов обучения, творчества и повышении концентрации учащихся [1].

В связи с этим возрастает значимость архитектурного проектирования, которое играет ключевую роль в создании интерактивной и эффективной образовательной среды. Формирование архитектурного облика школ является основополагающим элементом, влияющим

на процесс обучения, благополучие учащихся и педагогов. Учитывая современные вызовы, необходимо понимать взаимосвязь между образовательными проблемами и архитектурными проектными решениями. При этом особое внимание уделяется созданию устойчивой, безопасной и комфортной учебной среды.

В XXI веке военные конфликты на Ближнем Востоке и в Северной Африке характеризуются особенностями, которые отличают их от военных действий времён Второй мировой войны. Это приводит к негативным последствиям в экономической, технологической и социальной сферах [2].

Сирия – одна из стран, пострадавших от военных конфликтов, – понесла значительный

ущерб, включая разрушение городов. Несмотря на продолжающиеся военные действия, необходимо разработать стратегию восстановления страны, чтобы минимизировать время, затрачиваемое на этот процесс после завершения военного конфликта [3].

Сложно оценить ущерб, который был нанесен народу Сирии, а также экономике страны. Пострадало культурное наследие не только национального, но и мирового уровня. Жилые и общественные постройки понесли тяжелые потери, из-за войны были разрушены целые районы городов [4].

В Сирии учебные заведения сталкиваются со многими проблемами в результате продолжающихся кризисов, которые нанесли ущерб школьной инфраструктуре и негативно сказались на образовательной среде. Согласно отчетам, около 33 % сирийских школ были разрушены или частично повреждены, что делает улучшение образовательной среды одним из главных приоритетов [5].

Сектор образования в Сирии понес значительный ущерб в результате этих событий, поскольку большая часть школ в сирийских городах была полностью или частично разрушена. При решении вопросов по восстановлению и модернизации школьных зданий необходим индивидуальный подход, учитывающий городскую идентичность, историческую ценность застройки, социально-экономические факторы и техническое состояние зданий [6, 7].

Решение проблемы может быть найдено на основе комплексного анализа состояния школьного здания и оценки степени его разрушения. Это позволит разработать стратегию и определить объём работ, необходимых для его восстановления и строительства.

Важность данного исследования заключается в анализе существующих школьных зданий базового образования с целью определения степени их соответствия современным нормам и требованиям, а также в разработке оптимальных планировочных и архитектурных решений, которые приведут к строительству в Сирии новых типовых школьных зданий.

Проблема реконструкции и модернизации школьных зданий является предметом внимания ученых многих стран. Следует выделить работы Е.В. Пименовой (на примере г. Ростова-на-Дону), Н.М. Евтушенко-Мулукаева (на примере сельского школьного фонда Ростовской области), А.В. Миронюка (на примере г. Ухта), С.П. Славинского (на примере г. Великого Новгорода), О.А. Буника (на примере г. Ярославля), С.В. Позняка (на примере г. Самары), М.А. Барабаша (на примере Приднестровской Молдавской республики), М.В. Верхотурова (на примере Республики Казахстан, г. Караганда).

Не преуменьшая заслуг вышеуказанных авторов, данное исследование направлено на получение новых научных результатов для разработки архитектурной методики комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в городах Сирии, с целью их реконструкции и модернизации для создания устойчивой и комфортной учебной среды.

Материалы и методы исследования

Для разработки архитектурной методики комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в городах Сирии были использованы аналитический, сравнительный и расчётный методы.

Прежде чем перейти к обсуждению оценки проектных решений и функциональных особенностей школьных зданий, необходимо определить структуру системы образования в Сирийской Арабской Республике и вектор её развития. Структура образовательной системы, в зависимости от возрастных групп и образовательных областей, оказывает непосредственное влияние на пространственные и функциональные характеристики школьных зданий. В этой связи необходимо уделить особое внимание двум основным уровням образования: базовому и среднему (рис. 1) [8]. Область исследования представленной работы охватывает базовый уровень.

В связи с началом событий в Сирии в 2011 году возникла проблема дефицита мест в общеобразовательных учреждениях в городах страны. Это было обусловлено несколькими факторами, среди которых наиболее значимыми являются разрушение многих школ в результате боевых действий, а также перемещение населения из пострадавших районов в более безопасные места. Данная ситуация негативно повлияла на качество образовательного процесса и не позволила обеспечить безопасные условия для учащихся [6].

Стоит отметить, что образовательный процесс в Сирии основан на традиционной системе прямого преподавания – учителем ученикам, без учета развития сенсорных способностей и навыков учащихся. Принятие этой системы напрямую повлияло на дизайн классной комнаты, которая приобрела прямоугольную форму, и, соответственно, на школу, так как классная комната является основным элементом при проектировании учебных зданий [9].

Стандарты и нормы, утвержденные для типовых школьных зданий в Сирии, предусматривают оптимизацию использования площадей в зависимости от уровня образования. Для начальных школ проекты предусматривают пло-

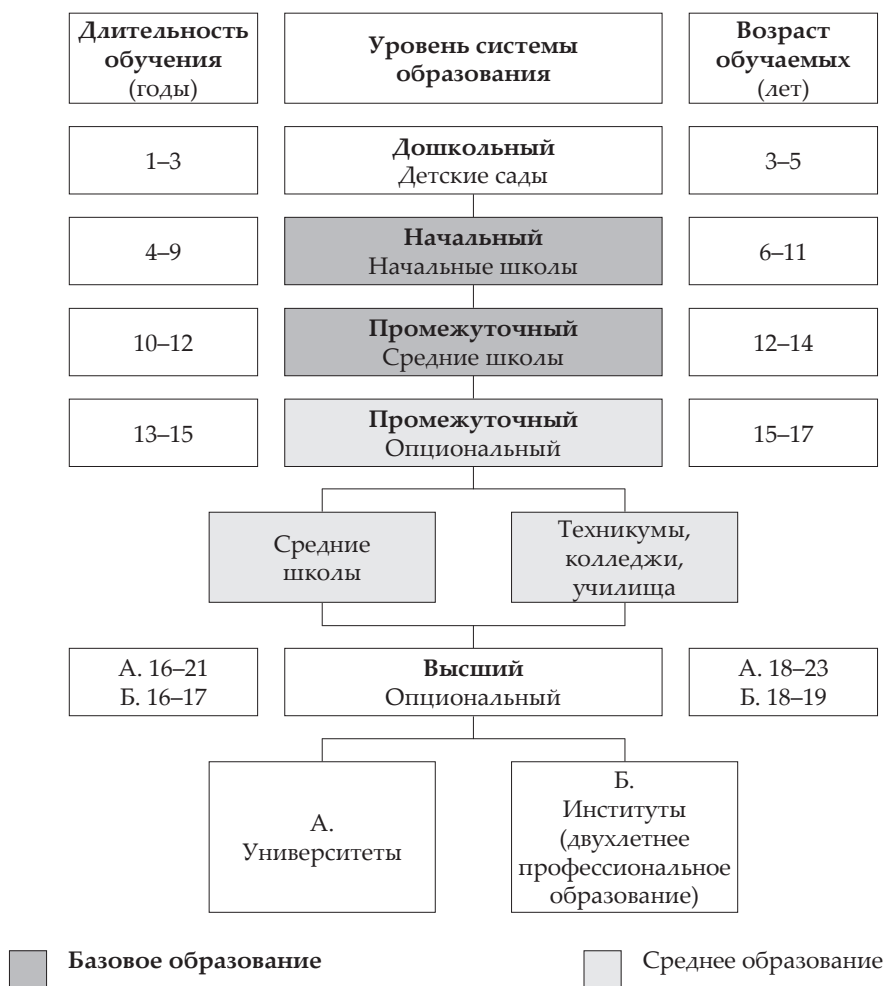


Рис. 1. Схема структуры образования в Сирии
Fig. 1. Outline of education structure in Syria

площадь учебного класса в размере 43,33 м², рассчитанную на 32 ученика, что эквивалентно 1,04 м² на одного ученика. В этих проектах классы занимают в среднем 33 % от общей площади этажей школьного здания, тогда как оставшиеся 67 % предназначены для санитарных помещений, коридоров, лестниц и толщины стен. В результате на одного ученика предусмотрено в среднем 1,92 м² от общей площади этажей школьного здания. Проекты начальных школ рассчитаны на размещение от 6 до 22 классов в одном здании, которое может быть одно- или двухэтажным в зависимости от местоположения школы (сельская или городская местность), потребностей региона, плотности населения и размеров выделенной территории [10].

Для средних школ проекты предусматривают площадь учебного класса в размере 33,48 м², рассчитанную на 36 учеников, что эквивалентно 1,33 м² на одного ученика. Классы занимают в среднем 30 % от общей площади этажей здания, а оставшиеся 70 % предназначены для

лабораторий, санитарных помещений, коридоров, лестниц и толщины стен. На одного ученика предусмотрено в среднем 2,055 м² от общей площади этажей школьного здания. Уменьшение доли площади, отведенной под классы, и увеличение площади, выделенной на одного ученика, по сравнению с начальными школами, связано с наличием лабораторий в средних школах, которые занимают около 9,22 % от общей площади этажей здания [10].

Таким образом, утверждённые стандарты и нормы для типовых школ базового образования в Сирии подразделяются на три категории в зависимости от размера (табл. 1).

При разработке методики комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в сирийских городах необходимо выявить и изучить современные требования к формированию школьных зданий в мире для определения основных критериев оценки, которые отражают эти требования.

Таблица 1. Классификация видов типовых школ [10]
Table 1. Classification of types of standard schools [10]

Ступень обучения	Годы обучения	Классификация видов школ		
		Маленькое здание (1 класс на группу)	Среднее здание (2 класс на группу)	Большое здание (3 класса на группу)
Начальное образование	6	6 классов 1:0:0	12 классов 2:0:0	18 классов 3:0:0
Среднее образование	3	3 класса 0:1:0	6 классов 0:2:0	9 классов 0:3:0
Базовое образование	9	9 классов 1:1:0	18 классов 2:2:0	27 классов 3:3:0

Школьное пространство создается на основе нормативно-правовой базы системы образования, применения современных технологий и методов обучения, а также архитектурных решений [11, 12]. Основная цель школы – обеспечить всестороннее развитие личности ребенка, формируя его знания, социальные навыки и гражданскую ответственность [13].

Типовая планировка школьных зданий оказывает значительное влияние на организацию образовательного процесса, поскольку она определяет социальное взаимодействие учеников, а также способствует реализации их интересов и потребностей в различных видах деятельности [14].

Необходимо учитывать, что для успешной замены старых школ на современные требуется разработать варианты организации пространства, способные эффективно решать имеющиеся проблемы [15].

В профессиональной среде сложилось идеализированное представление о школьном пространстве, согласно которому оно должно быть максимально эффективным для обучения и активно способствовать его процессу. Такое понимание стирает привычные границы между функциональными зонами, поскольку пространство плавно переходит из одного помещения в другое, распространяясь даже за пределы здания. Таким образом, само пространство становится частью образовательного процесса. Андрей Волков, ректор НИУ МГСУ, в интервью «Строительной газете» отметил: «Пространство школы должно быть максимально интегрировано в образовательный процесс» [16].

Разработка модели школьного пространства определяется современными требованиями общества и принципами обучения. На основе этого можно выделить ключевые факторы, влияющие на организацию школьного пространства и формирующие основные критерии оценки любого школьного проекта. Эти факторы включают функциональные компонен-

ты школьного пространства, их взаимосвязь, а также распределение площадей для каждого компонента в соответствии с международными стандартами.

Результаты

Методика основана на разработанной автором методической сетке функциональной оценки существующих школьных зданий в сирийских городах, а также на нормативном документе МГСН 4.06-03 «Общеобразовательные учреждения». В данном документе указан обязательный и рекомендуемый состав помещений, их площади, а также максимальная вместимость основной классной группы, которая не должна превышать 25 учащихся. Однако на практике рекомендуется формировать классы из 24 учеников. Это обусловлено рациональным комплектованием ученических столов, особенно в старших классах, где важно соблюдать четное количество мест. Например, наличие 26 мест, с одной стороны, нарушает законодательство об образовании, а с другой – ведет к неоправданному увеличению площади из-за добавления одного лишнего ученического места.

Применение данного документа с учетом изменений, вызванных особенностями сирийской системы образования, выявило ряд ограничений. В частности, в структуре образования Сирийской Арабской Республики не предусмотрено продление учебного дня, дифференцированный подход для учеников первых классов, а также наличие помещений для приготовления пищи в школьных столовых. Эти особенности потребовали разработки трех ключевых критериев для анализа и оценки школьных зданий:

1. Функциональные группы и примерный состав помещений. В данном критерии состав помещений делится на основные функциональные группы, которые представлены в табл. 2.

2. Взаимосвязь функциональных компонентов школьного пространства, где используется ме-

тодическая сетка функциональной оценки существующих школьных зданий в сирийских городах. Общее число критериев разработанной методической сетки составляет 15, а оценочных позиций – 5. Идеальная структурная модель школьного здания имеет суммарную величину 75 условных единиц, а наихудшая – 15 условных единиц. Промежуточные оценочные позиции, расположенные в порядке приближения к теоретически идеальной модели функционального планирования, были разработаны на основе модели, предложенной

для типовой школы Министерством образования Сирийской Арабской Республики. Идеальная модель составлена на основании рекомендаций ряда исследований, посвященных функционально-планировочной организации современных и перспективных типов общеобразовательных школ [5].

3. Примерные площади помещений. Данный критерий включает расчет необходимой площади для каждого типа помещений в соответствии с нормативами и функциональной нагрузкой (табл. 3).

Таблица 2. Функциональные группы и примерный состав помещений
Table 2. Functional groups and approximate composition of premises

Перечень основных функциональных групп помещений	Наименование помещений	Начальная школа, 1–6 классы	Средняя школа, 7–9 классы	Базовое образование, 1–9 классы
Учебная группа помещений				
Классы начальной школы (1–4)	Класс	*		*
	Рекреация	*		*
	Санузлы	*		*
Классы начальной школы (5–6)	Класс	*		*
	Комната труда, моделирования и технической игрушки, изобразительного искусства, природы	*		*
	Методический кабинет, учительская	*		*
	Рекреация (зальная)	*		*
	Компьютерный класс	*		*
	Санузлы	*		*
Классы средней школы (7–9)	Класс – учебный кабинет		*	*
	Рекреация (зальная)		*	*
	Санузлы		*	*
Специализированные учебные кабинеты средней школы (7–9 классы)	Учебные кабинеты естествознания с лаборантскими по физике, химии, биологии		*	*
	Специализированные кабинеты: ▪ Компьютерный класс (информатики и вычислительной техники) ▪ Кабинеты для проведения музыкальных занятий ▪ Кабинеты для проведения занятий по изобразительному искусству		*	*
	Кабинет учителя		*	*

Окончание табл. 2
End of Table 2

Перечень основных функциональных групп помещений	Наименование помещений	Начальная школа, 1–6 классы	Средняя школа, 7–9 классы	Базовое образование, 1–9 классы
Помещения изучения технологий и трудового обучения (5–9 классы)	Мастерская по обработке металла и дерева (универсальная)		*	*
	Инструментальная		*	*
	Мастерская по технологии обработки тканей		*	*
	Домоводство (ткани, кулинария, бытовая электроника)	*	*	*
Группа центра информации-библиотека	Библиотека – справочно-информационный центр с зонами читательских мест	*	*	*
	Учительская с методическим кабинетом и комнатой отдыха		*	*
Вестибюльная группа, помещение администрации, медицинские комнаты	Вестибюль-гардероб	*	*	*
	Помещение администрации школы (каб. директора, каб. завуча, канцелярия с приемной, с/у для преподавателей)	*	*	*
	Кабинет врача, процедурная, каб. зубного врача, физиотерапия, логопедия	*		*
Общешкольная группа помещений				
Рекреационный центр	Рекреационный центр			
Группа зрительного зала	Зрительный зал с расширенной эстрадой (из расчета посадки не менее 60 % учащихся)		*	*
	Лекционная аудитория		*	*
	Обслуживающие помещения зрительного зала (кинопроекционная, артистические, карман эстрады и др.)			
Группа спортивно-оздоровительная: залы 12×15; 18×15; 24×15 (12); 36 (30)×18; 42×24 м	Спорзалы (общая физическая подготовка, гимнастика, подвижные и спортивные игры, легкая атлетика, борьба)	*	*	*
	Лекционная аудитория		*	*
	Обслуживающие помещения зрительного зала (кинопроекционная, артистические, карман эстрады и др.)			
Бассейн с ваннами	Бассейн с ваннами 25×11 и 10×6 м			
Столовая	Обеденный зал с буфетом	*	*	*
	Кухонный блок с кладовыми (пищеблок)			

Таблица 3. Примерный состав и площади помещений
Table 3. Approximate composition and areas of premises

Функциональные группы	Наименование помещений	Начальная школа (1–6 классы)		Средняя школа (7–9 классы)		Базовое образование, школа (1–9 классы)		
	Число уч-ся	144	288	72	144	216	432	648
	Орг.-пед. структура	1:0:0	2:0:0	0:1:0	0:2:0	1:1:0	2:2:0	3:3:0
	Кол-во классов	6	12	3	6	9	18	27
Учебная группа помещений								
		Площадь, м² и число помещений						
Классы начальной школы (1–4)	Класс, 2,5 м²/уч.	240 (60×4)	480 (60×8)	-	-	240 (60×4)	480 (60×8)	720 (60×12)
	Рекреация, 1,6 м²/уч.	155	310	-	-	155	310	460
	Санузлы, 0,15 м²/уч.	14,5	29	-	-	14,5	29	43,5
Классы начальной школы (5–6)	Класс, 2,5 м²/уч.	120 (60×2)	240 (60×4)	-	-	120 (60×2)	240 (60×4)	360 (60×6)
	Комната труда, моделирования и технической игрушки, изобразительного искусства, природы	60 (1)	60 (1)	-	-	60 (1)	60 (1)	60 (1)
	Учительская – методический кабинет, не менее 40 м²	40 (1)	80 (40×2)	-	-	40	80 (40×2)	120 (40×3)
	Рекреация (зальная), 1,6 м²/уч.	75	150	-	-	75	150	230
	Компьютерный класс	60 (1)	120 (60×2)	-	-	60 (1)	120 (60×2)	180 (60×3)
	Санузлы для учащихся, 0,15 м²/уч.	7,5	15	-	-	7,5	15	21,5
Классы средней школы (7–9)	Класс – учебный кабинет	-	-	180 (60×3)	360 (60×6)	180 (60×3)	360 (60×6)	540 (60×9)
	Рекреация (зальная), 1,6 м²/уч.	-	-	115	230	115	230	345
	Санузлы 0,15 м²/уч.	-	-	10,8	21,6	10,8	21,6	32,4

Продолжение табл. 3
Continuation of Table 3

Функциональные группы	Наименование помещений	Начальная школа (1–6 классы)		Средняя школа (7–9 классы)		Базовое образование, школа (1–9 классы)		
	Число уч-ся	144	288	72	144	216	432	648
	Орг.-пед. структура	1:0:0	2:0:0	0:1:0	0:2:0	1:1:0	2:2:0	3:3:0
	Кол-во классов	6	12	3	6	9	18	27
Учебная группа помещений								
		Площадь, м ² и число помещений						
Специализированные учебные кабинеты средней школы (7–9 классы)	Учебные кабинеты естествознания с лаборантскими по физике, химии, биологии, 3 м ² /уч.	-	-	72 (I)	144 (72×2)	72 (I)	144 (72×2)	216 (72×3)
	Компьютерный класс (информатики и вычислительной техники), 3 м ² /уч.	-	-	72 (I)	144 (72×2)	72 (I)	144 (72×2)	216 (72×3)
	Кабинеты для проведения музыкальных занятий, 3 м ² /уч.	-	-	72 (I)	144 (72×2)	72 (I)	144 (72×2)	216 (72×3)
	Кабинеты для проведения занятий по изобразительному искусству, 3 м ² /уч.	-	-	72 (I)	144 (72×2)	72 (I)	144 (72×2)	216 (72×3)
Помещения изучения технологий и трудового обучения (5–9 классы)	Мастерская по обработке металла и дерева (универсальная)	90	90	90	90	90	90	90
	Инструментальная	18	18	18	18	18	18	24
	Мастерская по технологии обработки тканей	-	-	90	90	90	90	90
	Кулинария	50	50	50	50	50	50	50
Общешкольная группа помещений								
		Площадь, м ² и число помещений						
Группа центра информации–библиотека*	Библиотека – справочно-информационный центр с зонами читательских мест (тип I – 15 мест, тип II – 30, тип III – 45), 7,7 м ² /уч.	-	-	115 (I)	230 (II)	115 (I)	230 (II)	345 (III)
	Учительская с методическим кабинетом и комнатой отдыха	-	-	60	90	60	90	120

Окончание табл. 3
End of Table 3

Функциональные группы	Наименование помещений	Начальная школа (1–6 классы)		Средняя школа (7–9 классы)		Базовое образование, школа (1–9 классы)		
	Число уч-ся	144	288	72	144	216	432	648
	Орг.-пед. структура	1:0:0	2:0:0	0:1:0	0:2:0	1:1:0	2:2:0	3:3:0
	Кол-во классов	6	12	3	6	9	18	27
Общешкольная группа помещений								
		Площадь, м² и число помещений						
Вестибюльная группа помещения администрации, медицинские комнаты	Кабинет директора	16	16	16	16	16	25	25
	Кабинет зам. директора по учеб.-восп. работе	8	8	8	8	8	20 (2×10)	20 (2×10)
	Кабинет зам. директора по адм.-хоз. работе и бухгалтерия	-	-	10	10	10	10	10
	Канцелярия	8	8	8	8	8	8	12
	Комната техперсонала	8	8	8	8	8	10	12
	Кладовая уборочного инвентаря	8	8	8	8	8	8	8
	Медицинская комната (кабинет врача)	18	18	18	18	18	21	21
	Кабинет психолога	12	12	12	12	12	12	12
	Процедурная	14	14	14	14	14	14	14
	Вестибюль, 0,2 - 0,35 м²/уч. + персонал	30	60	15	30	45	70	130
	Гардеробная, 0,2 - 0,35 м²/уч + персонал	30	60	15	30	45	70	130
	Санитарные узлы персонала, 0,15 м²	6	6	6	6	12	12	20
Группа зрительного зала	Зрительный зал с расширенной эстрадой (из расчета посадки не менее 60 % учащихся + два преподавателя на одну классную группу), 0,7 м² на одно зрительское место	-	-	35	70	105	235	275
Группа спортивно-оздоровительная	Спортивные залы	162 (9×18)	162 (9×18)	162 (9×18)	162 (9×18)	162 (9×18)	288 (12×24)	288 (12×24)
	Раздевалки с душевыми и санузлами	55 (2×27,5)	55 (2×27,5)	55 (2×27,5)	55 (2×27,5)	55 (2×27,5)	110 (4×27,5)	110 (4×27,5)
	Комната инструктора	9	9	9	9	9	24 (12+12)	24 (12+12)
Столовая	Обеденный зал с буфетом	80	80	80	80	80	90	130
Итого расчетная площадь		1379.5	2176	1485	2278	2378.5	4245	5860.5
Расчетная площадь на одного учащегося		9,6	7,5	20,6	15,8	11,1	9,9	9.1

На рис. 2 показана схема комплексного анализа школьного здания, включающего три этапа оценки.

Применение данной методики позволяет объективно оценить существующий школьный фонд в сравнении с идеальной моделью, выявить его сильные и слабые стороны, а также определить аспекты, требующие развития. Сюда входит опти-

мизация функциональности помещений, улучшение связей между зонами и создание условий для комфортного и эффективного образовательного процесса. Кроме того, методика способствует разработке типовых проектов новых школ, адаптированных к региональным условиям и современным стандартам, что обеспечивает долгосрочное развитие школьной инфраструктуры.

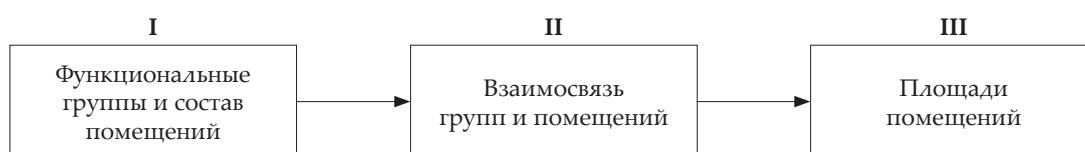


Рис. 2. Схема комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в городах Сирии
Fig. 2. Integrated analysis scheme of typical basic education school buildings in Syrian cities

Выводы. 1. Выявлены особенности системы образования в Сирии, определена функционально-планировочная модель, предложенная для типовой школы Министерством образования Сирийской Арабской Республики.

2. Изучены современные требования к формированию пространства школьных зданий в мире.

3. Предложена архитектурная методика комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в городах Сирии.

4. Данная методика позволяет фактически оценить любой типовой проект школы, используемый для строительства в городе, а также оценить уже существующие проекты школьного фонда и получить рекомендации по устранению выявленных недостатков в функциональной организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЮНЕСКО. Современные подходы к проектированию учебных пространств. Париж: ЮНЕСКО, 2020.
2. Слинкин М. Особенности ведения боевых действий Сирийской вооруженной оппозицией // Россия и мусульманский мир. Конфронтация между Западом и Россией: С кем вы, страны Азии и Африки? 2016. С. 28–34.
3. Юнис А., Бакаева Н.В. Градостроительная методика оценки разрушения жилых территорий, пострадавших в результате боевых действий // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 4(41). С. 165–173. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.20.
4. Юнис А. Градостроительная безопасность городских объектов, пострадавших в результате террористических атак // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4(45). С. 156–163. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19.
5. Яковлева М.В., Фролов Е.А., Исаев В.И., Фролов А.Е. Вопросы технической безопасности при эксплуатации школьных зданий // Градостроитель-

ство и архитектура. 2013. Т.3, № 1. С. 114–120. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.16.

6. ЮНИСЕФ. Отчет о состоянии школ в Сирии. Дамаск, 2021.

7. Юнис А., Халиль И. Методическая сетка функциональной оценки типовых зданий школ базового образования в Сирийской Арабской Республике // Инновации и инвестиции. 2024. № 6. С. 559–562.

8. Просюкова К.О. Тенденции развития педагогического образования в Сирии (середина XX – начало XXI в.): дис. ... канд. педагог. наук. М., 2015. 175 с.

9. Хусам Аль-дин Т. Философия проектирования школьных зданий в свете систем образования и культурных влияний: дис. ... канд. арх. Айн Шамс, 2000. 74 с.

10. Второй Сирийский педагогический конгресс по развитию образования: материалы конференции. 1998. С. 38–39.

11. Кузнецова А.А., Жданова И.В. К вопросу о развитии функциональной структуры школьных форумных пространств // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 147–156. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.18.

12. Кузнецова А.А. Выявление особенностей международных систем среднего образования и их влияние на архитектуру зданий образовательных организаций (на примере Индии) // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 145–155. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.19.

13. Иванова Е.В., Виноградова И.А. Разработка многофункциональной модели школьного пространства // Методист. 2017. № 6. С. 32–36.

14. Задвернюк Л.В. Проблемы реализации современной модели организации школьного пространства в архитектуре России // Ноэма (Архитектура. Урбанистика. Искусство). 2020. № 2(5). С. 125–139.

15. Банников Д. Умная архитектура школьных зданий. Современные тенденции и перспективы. Строительный эксперт. Портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли. Архитектура, Общественные здания, Образование [Электронный

ресурсе]. URL: <https://ardexpert.ru/article/7311> (дата обращения: 27.04.2020).

16. Клочко А.Р., Коровина Е.И. Развитие архитектуры школьных зданий в России и в мире // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2017. № 2 (39). С. 98–113.

REFERENCES

1. UNESCO. *Sovremennye podhody k proektirovaniyu uchebnykh prostranstv* [Modern approaches to the design of educational spaces]. Paris, UNESCO, 2020.

2. Slinkin M. Features of the conduct of hostilities by the Syrian armed opposition. *Rossij i musul'manskij mir. Konfrontacija mezhdru Zapadom i Rossiej: S kem vy, strany Azii i Afriki?* [Russia and the Muslim world. Confrontation between the West and Russia: Who are you with, the countries of Asia and Africa?], 2016, pp. 28–34. (in Russian)

3. Younis A., Bakaeva N.V. Urban planning method for assessing the destruction of residential areas affected by hostilities *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban planning and architecture], 2020, vol. 10, no. 4 (41), pp. 165–173. (in Russian)

4. Younis A. Urban Security of Urban Objects Affected as a Result of Terrorist Attacks. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 156–163. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19

5. Yakovleva M.V., Frolov E.A., Isaev V.I., Frolov A.E. Issues of technical safety in the operation of school buildings. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4(45), pp. 156–163. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19

6. UNICEF. *Otchet o sostoyanii shkol v Sirii* [Report on the state of schools in Syria]. Damascus, 2021.

7. Yunis A., Khalil I. Methodological grid for functional assessment of typical basic education school buildings in the Syrian Arab Republic. *Innovatsii i investitsii* [Innovations and Investments], 2024, no. (6), pp. 559–562. (in Russian)

8. Prosyukova K.O. *Tendencii razvitiya pedagogicheskogo obrazovaniya v Sirii (seredina XX – nachalo XXI v.)*. Cand, Diss [Trends in the development of pedagogical education in Syria (mid XX – early XXI century). Cand. Diss.]. Moscow, 2015. 175 p.

9. Husam Al-din T. *Filosofiya proektirovaniya shkol'nykh zdaniy v svete sistem obrazovaniya i kul'turnykh vliyaniy*. Cand, Diss. [Philosophy of designing school buildings in light of education systems and cultural influences. Cand. Diss.]. Ain Shams, 2000. 74 p.

10. Second Syrian Pedagogical Congress on Education Development: conference materials. 1998. pp. 38–39.

11. Alpatov V.Yu., Akri E.P., Selezneva Zh.V. Improvement of Methods for Organizing Recycling During Reconstruction of Buildings and Structures. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 67–74. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.9

12. Samodolova O.A., Ulrikh D.V., Lonzingier T.M. Using Granuated Buckwheat Husks in Urban Surface Runoff Treatment. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 37–44. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.5

13. Ivanova E.V., Vinogradova I.A. Development of a multifunctional model of school space. *Metodist* [Methodologist], 2017, no. 6, pp. 32–36. (in Russian)

14. Zadvernyuk L.V. Problems of implementing a modern model of school space organization in Russian architecture. *Noema (Arkhitektura. Urbanistika. Iskusstvo)* [Noema (Architecture. Urbanism. Art)], 2020, no. 2(5), pp. 125–139. (in Russian)

15. Bannikov D. Smart architecture of school buildings. Current trends and perspectives. Construction expert. Portal for specialists in the architectural and construction industry. Architecture, Public Buildings, Education. Available at: <https://ardexpert.ru/article/7311> (accessed 27 April 2020).

16. Klochko A.R., Korovina E.I. Development of the architecture of school buildings in Russia and in the world. *Architecture and Modern Information Technologies* [Architecture and Modern Information Technologies], 2017, no. 2 (39), pp. 98–113. (in Russian)

Об авторе:

ЮНИС Алмикдад

аспирант кафедры архитектуры, реставрации и дизайна
Российский университет дружбы народов
115419, Россия, г. Москва, Орджоникидзе, 3
E-mail: almikdadyounis@gmail.com

YOUNIS Almkidad

Post-graduate Student of the Architecture, Restoration and Design Chair
Peoples' Friendship University of Russia
115419, Russia, Moscow, Ordzhonikidze st., 3
E-mail: almikdadyounis@gmail.com

Для цитирования: Юнис А. Архитектурная методика комплексного анализа типовых школьных зданий базового образования в городах Сирии // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 1. С. 196–206. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.24.

For citation: Younis A. An architectural methodology for comprehensive analysis of typical basic education school buildings in Syrian cities. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 1, pp. 196–206. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.01.24.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Прием статей для публикации в научно-техническом журнале «Градостроительство и архитектура» осуществляется в постоянном режиме.

1. В редакцию журнала необходимо вместе с рукописью статьи представить следующие документы:

Сопроводительное письмо, подписанное руководителем организации, откуда исходит рукопись. Для аспирантов, соискателей и работников СамГТУ сопроводительное письмо представлять не требуется.

Выписка из протокола заседания кафедры о публикации статьи в журнале.

Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись.

Внешняя рецензия, заверенная по месту работы рецензента.

Лицензионный договор.

2. Общие требования к оформлению документа:

Формат страницы – А4, ориентация книжная.

Шрифт текста рукописи – Times New Roman Cyr, размер 14pt.

Междустрочный интервал – 1,5.

Общий объем рукописи (включая иллюстрации и таблицы) – 8–15 страниц формата А4.

Формулы следует набирать с использованием редакторов формул MathType 6 или MS Equation 3.0.

Формула не должна содержать промежуточные преобразования.

Иллюстрации выполняются черно-белыми (с хорошей проработкой деталей) в программах Corel Draw (с расширением *.cdr) или других редакторах (с расширением *.jpeg или *.tif).

Библиографический список размещается в конце текста статьи, нумерация дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте [в квадратных скобках]. При ссылках на нормативные документы (СНиПы, ГОСТы) номер и название документа указываются непосредственно в тексте статьи (в круглых скобках). Библиографический список должен быть оформлен по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

3. Структура размещения основных частей статьи:

индекс УДК

инициалы, фамилии авторов

название статьи на русском языке

название статьи на английском языке

аннотация на русском языке (не менее 10 строк)

аннотация статьи на английском языке

ключевые слова на русском языке (до 10 словосочетаний)

ключевые слова на английском языке

текст статьи (предпочтительно с выводами)

библиографический список (не менее 5 наименований) библиографический список на транслитерации (References)

полные сведения об авторе(ах) на русском языке: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание, должность, контактные телефоны (с кодом города), e-mail автора(ов); наименование организации (с указанием почтового адреса учреждения), в которых работает автор(ы), на русском языке
полные сведения об авторе(ах) на английском языке (см. выше)

4. Рукописи, не соответствующие требованиям редакции, не рецензируются, не публикуются и не возвращаются авторам

5. Публикации в журнале подлежат только оригинальные статьи, соответствующие тематическим направлениям журнала и ранее не публиковавшиеся в других изданиях.

6. При положительном решении редакции об опубликовании научной статьи с автором(ами) заключается лицензионный договор. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

7. Редакция имеет право представлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала <https://journals.eco-vector.com/2542-0151/index>.

8. Авторский коллектив несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

9. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – СамГТУ. Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней в печатном виде) должны быть отправлены по почте или доставлены лично по адресу: Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194, Академия строительства и архитектуры, Самарский государственный технический университет. Редакция журнала «Градостроительство и архитектура» (каб. 307).

По всем вопросам, связанным с публикацией статей в журнале «Градостроительство и архитектура», обращаться к отв. секретарю Досковской Марии Сергеевне по тел. (846) 242-36-98, 8 (927) 651-07-09 E-mail: vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!
Проводится подписная кампания на журналы
Самарского государственного технического
университета на 2025 год

ПОДПИСКА – 2025
на январь-декабрь



в «каталоге
«Газеты
и журналы –
2025»,



на сайте
«ООО Урал-
Пресс Округ»
[http://www.ural-](http://www.ural-press.ru/)
[press.ru/](http://www.ural-press.ru/)

- ✓ 18106 Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки»
- ✓ 18108 Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки»
- ✓ 70570 Градостроительство и архитектура
- ✓ 18107 Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Психолого-педагогические науки»
- ✓ 41340 Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Философия»

Условия оформления подписки Вы найдете
на сайте <http://www.ural-press.ru/>