

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151
eISSN 2782-2109

№ 3 Т. 15
2025

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

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

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

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 15, № 3

САМАРА
2025

Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Главный редактор – д.т.н., профессор **А.К. СТРЕЛКОВ****Заместитель главного редактора** по направлению «Строительство» – д.т.н., профессор **А.А. ПРОКОПОВИЧ****Заместитель главного редактора** по направлению «Архитектура» – к.арх., профессор **В.А. САМОГОРОВ****Ответственный секретарь** – **М.В. ВЕСЕЛОВА****Редакционная коллегия:**

А.Г. АВЕРКИН, д.т.н., профессор (Пенза)
 С.Ю. АНДРЕЕВ, д.т.н., профессор (Пенза)
 С.М. АНПИЛОВ, д.т.н., доцент (Новосибирск)
 Е.А. АХМЕДОВА, д. арх., профессор
 М.В. БОДРОВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)
 А.Л. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)
 А.Л. ГЕЛЬФОНД, д. арх., профессор (Н. Новгород)
 В.П. ГЕНЕРАЛОВ, к. арх., профессор
 А.И. ДАНИЛУШКИН, д.т.н., профессор
 А.И. ЕРЁМКИН, д.т.н., профессор (Пенза)
 В.Н. ЗЕНЦОВ, д.т.н., профессор (Уфа)
 Т.В. КАРАКОВА, д. арх., профессор
 В.И. КИЧИГИН, д.т.н., профессор
 А.А. КУДИНОВ, д.т.н., профессор
 Н.Д. ПОТИЕНКО, к. арх., 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 СТВУН Journal (Чикаго, США)

Editor in Chief – D. Eng., Prof. **A.K. STRELKOV****Deputy Editor** (Construction) – D. Eng., Prof. **A.A. PROKOPOVICH****Deputy Editor** (Architecture) – PhD in Architecture, Prof. **V.A. SAMOGOROV****Executive Secretary** – **M.V. VESELOVA****Editorial Board**

A.G. AVERKIN, D. Eng., Prof. (Penza)
 S.Yu. ANDREEV, D. Eng., Prof. (Penza)
 S.M. ANPILOV, D. Eng., Ass. Prof. (Novosibirsk)
 E.A. Akhmedova, D. Arch., Prof.
 M.V. BODROV, D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)
 A.L. VASILYEV D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)
 A.L. GELFOND, D. Arch., Prof. (Nizhny Novgorod)
 V.P. GENERALOV, PhD in Architecture, Prof.
 A.I. DANILUSHKIN, D. Eng., Prof.
 A.I. EREMkin, D. Eng., Prof. (Penza)
 V.N. ZENTSOV, D. Eng., Prof. (Ufa)
 T.V. KARAKOVA, D. Arch., Prof.
 V.I. KICHIGIN, D. Eng., Ass. Prof.
 A.A. KUDINOV, D. Eng., Prof.
 N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, 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

Подписано в печать 01.09.2025 г. Выпуск в свет 08.09.2025 г.

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

Печ. л. 26. Тираж 300 экз. Заказ № 2167

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

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

Телефоны: (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

ISSN (Print) 2542-0151

ISSN (Online) 2782-2109

© СамГТУ, 2025

Ф3 №436-Ф3	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1
---------------	--

Цена свободная

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- 4 **Васильева Д.И., Карпов А.А., Мальцев А.В.** Погребенные овраги на территории г. Самары и современное состояние объектов городской застройки

- 18 **Евдокимов С.В., Орлова А.А.** Выбор оптимального способа защиты от кавитационного разрушения сооружений проточного тракта гидроэнергетических установок

- 23 **Широков В.С., Леоненко А.С.** Влияние дефектов монтажа и конструктивного исполнения фундамента на напряженно-деформированное состояние стальных прожекторных опор

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- 30 **Зеленцов Д.В., Крашенинников С.В.** Определение основных характеристик форсунки камеры смещения кондиционера с использованием CFD-моделирования

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- 36 **Бутко Д.А., Морозов С.А.** Ошибки при проектировании малых и сверхмалых канализационных очистных сооружений северного исполнения, их расчет и анализ полученных результатов

- 43 **Бутовка А.Н., Кретов Д.А., Потапов Б.В., Рощина Н.Н.** Аналитический обзор нормативных и методических документов в области оценки стоимости жизненного цикла объектов: на примере трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения

- 54 **Самодолова О.А., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М.** Оценка эффективности фитоэкстракции при очистке поверхностных сточных вод сельских территорий от тяжелых металлов

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- 61 **Сафронов Е.Г., Абдрахматов В.З.** Экономическая и практическая целесообразность использования золо-шлаковой смеси и фосфорного шлака в производстве керамического кирпича на основе бентонитовой глины

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

- 68 **Попов Д.В.** Увеличение несущей способности забивных свай за счёт повышения прочности окосвайного пространства

- 72 **Тарануха Н.Л., Ананин К.Ю., Новиков М.Ю., Канаков И.Д.** Развитие домостроения с учетом энергосберегающих технологий – применения гибридных систем энергоэффективности

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- 83 **Галицкова Ю.М.** Исследование степени загрязнения снега на городских территориях на примере Санкт-Петербурга

АРХИТЕКТУРА

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

- 93 **Вайтенс А.Г.** Научное наследие архитектора-градостроителя В.Ф. Назарова (1932–2015): идеи и предложения

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 105 **Агеева Е.Ю., Каракова Т.В.** Роль средового дизайна в формировании идентичности городской среды

- 112 **Балакина А.Е., Теслер Н.Д.** Анализ опыта размещения и развития многофункциональных медицинских объектов в городском пространстве

- 121 **Еремеева А.Ф.** Перспективы формирования туристических центров в малых городах и поселениях севера Архангельской области

- 132 **Столярова Е.Г., Жерноклева О.А.** Значимость городских пленэрных зарисовок в подготовке архитекторов в вузе

- 141 **Чернышова Э.П., Гильдина Т.А., Радионов Т.В.** К вопросу изучения категории образа архитектурного пространства

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

- 150 **Антюфеев А.В., Шаронова О.А.** Архитектурно-градостроительные особенности формирования кампусов в современных городах России

- 159 **Бакаева Н.В., Черняева И.В., Кормина А.А., Старкова А.А.** Эволюция экологического сознания человека и концепция биосферосовместимого города в проблеме безопасности и комфортности городской среды

- 170 **Гришина М.П.** Методика единого расчета технико-экономических показателей на основе электронного моделирования

- 179 **Лутченко С.И., Титов А.С.** Принципы размещения спортивно-рекреационных территорий на сложном рельефе

- 186 **Птичникова Г.А.** «Умный город» и его «умные пространства»: критические аспекты

- 193 **Самогоров В.А., Зубкова И.И.** Материализация метода «город-коллаж» в архитектурном облике Элисты

- 202 **ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ
И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ**



Д. И. ВАСИЛЬЕВА
А. А. КАРПОВ
А. В. МАЛЬЦЕВ

ПОГРЕБЕННЫЕ ОВРАГИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. САМАРЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

BURIED RAVINES IN SAMARA
AND THE CURRENT STATE OF URBAN DEVELOPMENT

Изучено местоположение погребенных оврагов на территории г. Самары и состав техногенных отложений, заполнивших погребенные врезы. Рассмотрена их привязка к современной картографической основе города, влияние на сложившуюся планировочную структуру, на здания и объекты городской инфраструктуры, на протекающие инженерно-геологические процессы. Выявлено значительное воздействие наличия погребенной овражно-балочной сети, заполненной органическими техногенными отложениями, на состояние оснований и фундаментов зданий на примере двух зданий из реестра объектов культурного наследия регионального значения, обследованных перед проведением капитального ремонта фундаментов.

Ключевые слова: овражно-балочная сеть, погребенные овраги, балочные формы рельефа, городские овраги, грунты, основания и фундаменты, деформации фундаментов, памятники культурного наследия

The location of buried ravines on the territory of Samara and the composition of technogenic deposits that filled the buried cuts were studied. Their binding to the modern cartographic basis of the city, the impact on the existing planning structure, on buildings and urban infrastructure, on the ongoing engineering and geological processes are considered. A significant impact of the presence of a buried ravine-beam network filled with organic technogenic deposits on the condition of the foundations and foundations of buildings was revealed using the example of two buildings from the register of cultural heritage of regional significance examined before the overhaul of the foundations.

Keywords: ravine-beam network, buried ravines, beam relief forms, urban ravines, soils, bases and foundations, deformations of foundations, cultural heritage monuments

Городская застройка формируется на протяжении длительной истории развития территории, отражая этапы развития города и изменение градостроительных концепций и требований. На долговечность, безопасность, технологические параметры объектов городской застройки влияет комплекс факторов, значительную роль среди которых играет состояние геологической среды [1, 2].

Наличие линейных понижений овражно-балочной сети сильно осложняет пространственное развитие города. Образование эрозионных врезов связано с геологической деятельностью временных водных потоков (овражной водной эрозией) и приурочено в основном к районам с расчлененным рельефом и неустойчивыми к размыву поверхностными горными породами. Овражная эрозия может



Рис. 2. Соколы горы, Лысая гора
Fig. 2. Sokoli Mountains, Bald Mountain



Рис. 3. Коптев овраг
Fig. 3. Koptev ravine

ют отложения казанского и татарского ярусов пермской системы, перекрытые в долинах рек четвертичными аллювиальными, а на склонах – четвертичными делювиальными наносами, кроме того, встречаются неогеновые отложения. Среди них широко распространены специфические или структурно-неустойчивые грунты – слабые, пучинистые, набухающие, карстоопасные, просадочные, техногенные [8–9]. Намывные и насыпные грунты, расположенные в разных частях города, образуют искусственные основания на строительных площадках [10]. Выявление наличия структурно-неустойчивых грунтов в геологическом разрезе территории на начальном этапе подготовки проектной документации вызывает необходимость использования особых подходов к выбору типа фундамента, а также установлению несущих слоев грунтов при устройстве подземной части сооружений. Иногда специфические грунты выявляются при проведении геомониторинга или обследования фундаментов существующих городских зданий. Появление деформаций в надземных конструкциях здания часто бывает связано с наличием специфических (техногенных) грунтов в основании зданий.

Одной из причин накопления мощных слоев техногенных отложений является засыпка овражно-балочной сети. Вследствие этого образуются грунтовые массивы, сложенные насыщенными грунтами, которые имеют нарушенную структуру, низкую прочность и склонность к значительным неравномерным деформациям, что крайне опасно для зданий и сооружений, возводимых на подобных основаниях. Кроме того, природные склоны оврага при засыпке его техногенными грунтами могут служить для этих отложений принудительными площадками скольжения, что значительно снижает прочность и устойчивость таких грун-

товых массивов как оснований. Таким образом, изучение распространения и свойств техногенных отложений, заполняющих погребенные овражно-балочные формы рельефа, и их влияния на современные строительные объекты на территории г. Самары является актуальным вопросом.

Цель представленной работы – изучение влияния погребенной овражно-балочной сети на современную застройку и планировку г. Самары.

Выделены следующие задачи:

1) исследование особенностей строения погребенной овражно-балочной сети на Волжском и Самарском склонах водораздела и надпойменных террасах рек Волги и Самары;

2) изучение особенностей состава, строения и свойств техногенных отложений;

3) анализ влияния погребенной овражно-балочной сети на сложившуюся планировочную структуру города и современное состояние зданий и сооружений, возведенных на месте засыпанных оврагов (на примере объектов культурного наследия, обследованных перед проведением капитального ремонта фундаментов).

На территории современного местоположения г. Самары до возникновения города существовало значительное количество крупных оврагов, прорезавших как территорию надпойменных террас рек Волги и Самары, так и Волжский и Самарский склоны водораздела (рис. 4).

В настоящее время все овраги, расположенные в старой части города, спланированы, не выделяются в рельефе, так как засыпаны техногенными отложениями.

Засыпан и застроен Владимирский овраг (в районе ул. Полевой) и Беломорский овраг (район жилого комплекса «Ладья», ул. Челюскинцев). В состоянии балки, заросшей

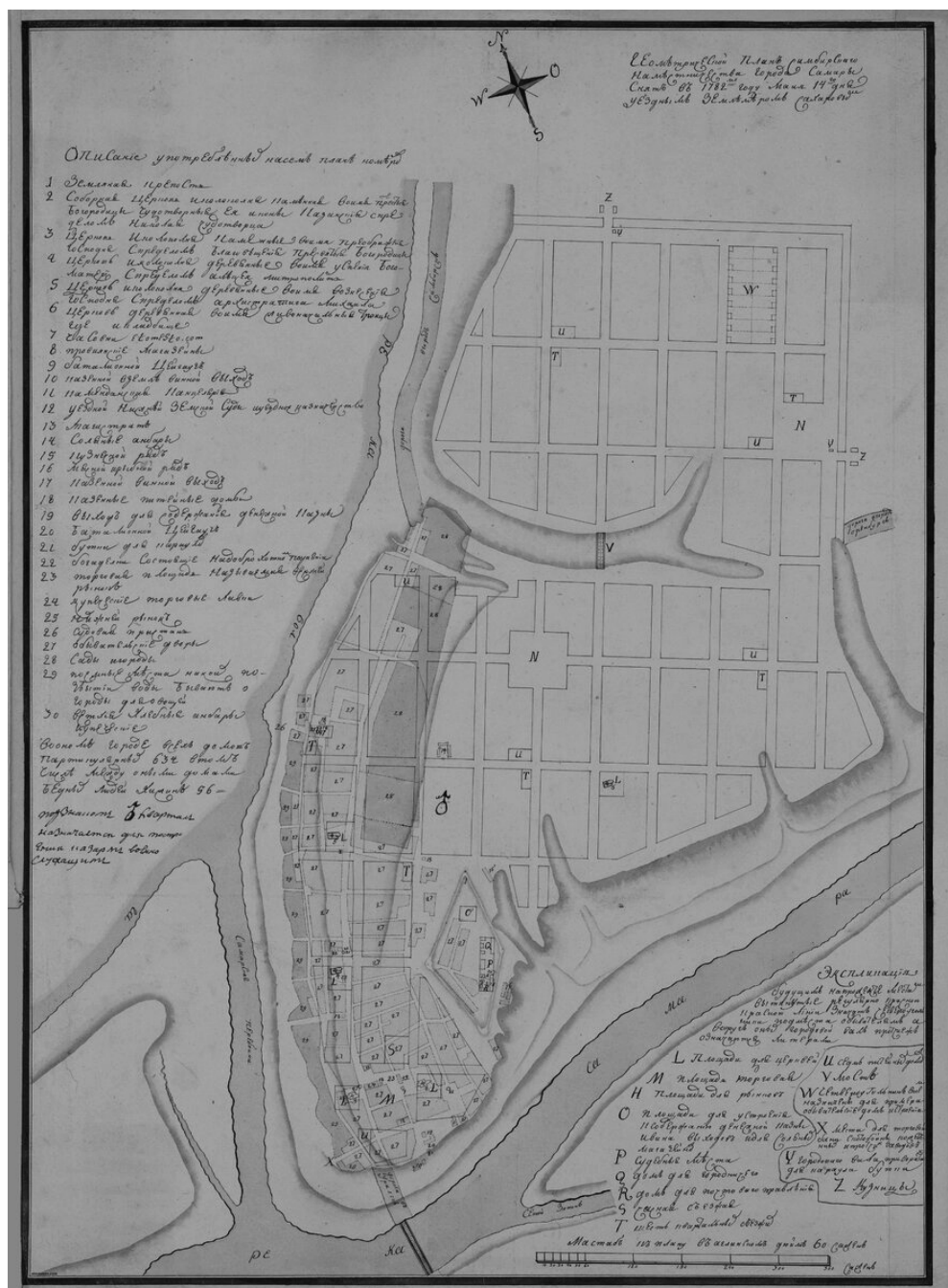


Рис. 4. План города Самары (снят 14 мая 1782 года уездным землемером Сахаровым)
Fig. 4. Samara City Plan (filmed on May 14 in 1782 by the county surveyor Sakharov)

древесной растительностью и с укрепленной бетонными блоками донной частью, находится Силикатный овраг (на некоторых старых планах название оврага – Селикатный, и это, возможно, не ошибка, а в основе лежат слова «сель» и «катить», ком.м. авторов), на территории которого располагаются значительные по площади подземные сооружения (гаражно-строительный кооператив № 609) (рис. 5).

Активно засыпается и застраивается Постников овраг (до недавнего времени – овраг Подпольщиков) (рис. 6 и 7), Студеный овраг (рис. 8 и 9).

Местоположение засыпанных оврагов нашло отражение в расположении уличной сети г. Самары, например ряда улиц, идущих перпендикулярно р. Волге, которые называются «спуски», поскольку имеют значительный

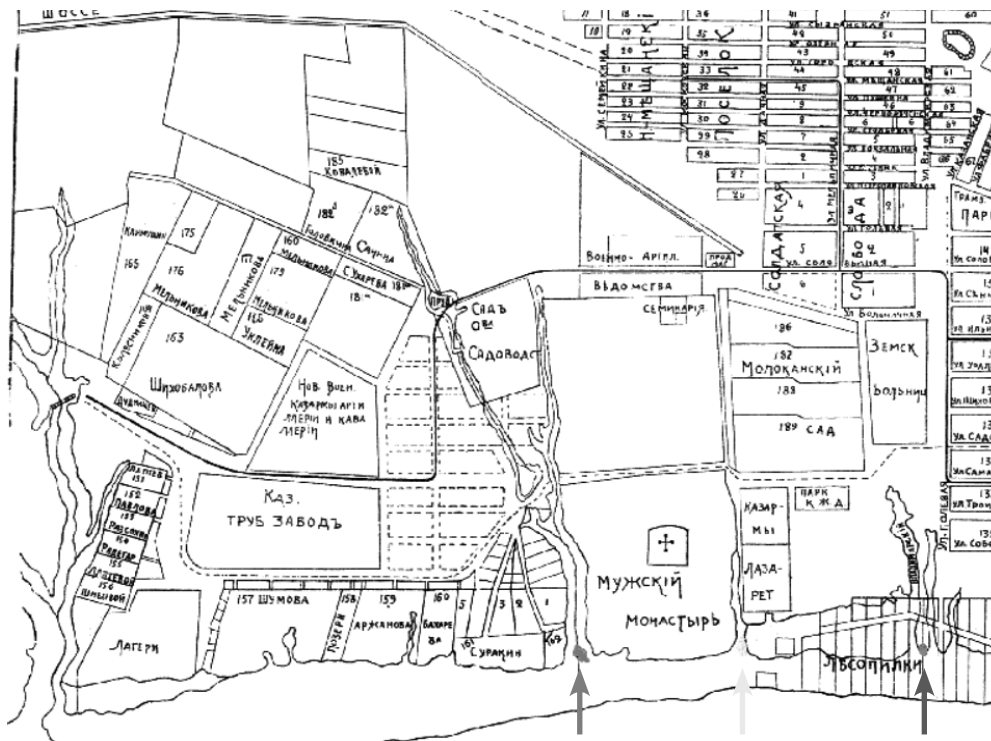


Рис. 5. План оврагов в районе улиц Челюскинцев–Осипенко–Полевая, г. Самара, 1913 г.: красная стрелка – Полевой спуск; желтая – ул. Осипенко, зеленая – ул. Челюскинцев
Fig. 5. Plan of ravines in the area of Chelyuskintsev–Osipenko–Polevaya streets, Samara, 1913: red arrow – Field descent; yellow – st. Osipenko, green – st. Chelyuskintsev

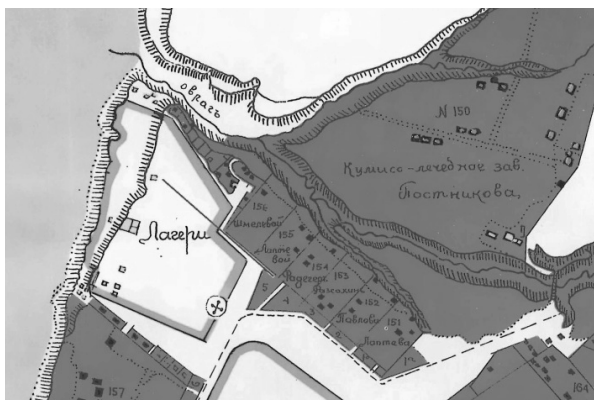


Рис. 6. Схема территории Постникова оврага
Fig. 6. Postnikov ravine territory scheme



Рис. 7. Современная застройка территории Постникова оврага
Fig. 7. Modern development of the territory of Postnikov ravine

уклон от водораздела через надпойменные террасы к руслу реки. Современное местоположение улицы Ленинградской, которая за свою историю претерпела множество переименований (первое название – Проломная), связано с расположением крупного оврага, прорезавшего Волжский склон водораздела и две надпойменные террасы р. Волги.

Наложенная на современную основу карта погребенных оврагов показана на рис. 10.

Следует отметить, что поскольку овраги (как природные дренажи) в естественном состоянии дренируют территорию, способствуют оттоку воды из подземных водоносных горизонтов, их засыпка приводит к подъему уровня грунтовых вод и образованию подтопленных



Рис. 9. Современная застройка территории Студеного оврага
Fig. 9. Modern development of the territory of Studenogo ravine

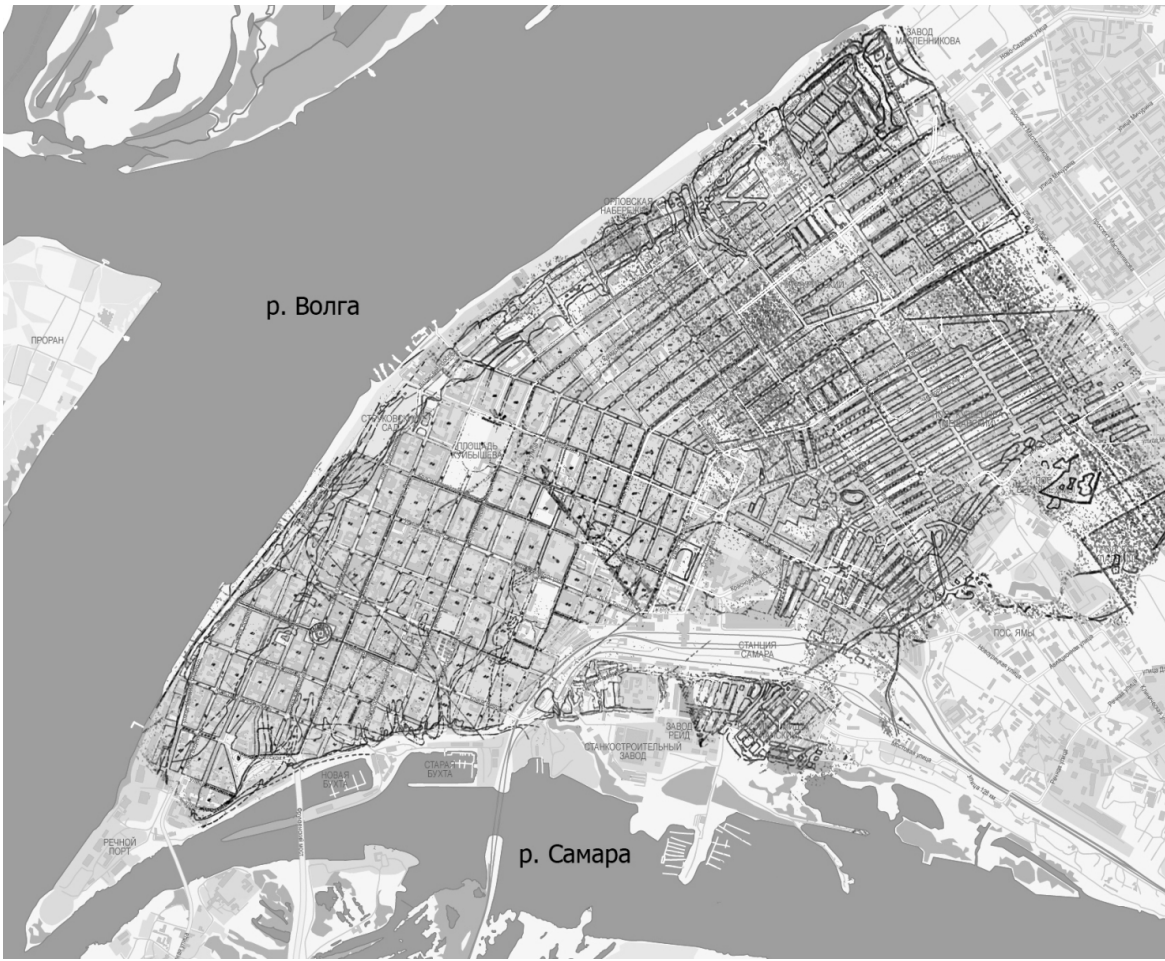


Рис. 10. Карта-схема погребенных оврагов на территории г.Самары
(сделана авторами на основании «Плана г. Куйбышева с показанием местоположения
засыпанных оврагов на территории города (на основании планов старых съемок)»
Fig. 10. Map of buried ravines on the territory of Samara
(made by the authors on the basis of the “Plan of Kuibyshev with an indication
of the location of covered ravines on the territory of the city (based on the plans of old surveys)”

территорий. На подобных строительных участках грунтовые воды находятся на глубине менее 3 м от современной дневной поверхности, т. е. как раз в зоне прокладки городских коммуникаций и расположения оснований и фундаментов зданий и сооружений.

Широко распространенным видом техногенных отложений в Самаре являются органические слои (из навоза животных), мощность которых может достигать нескольких метров. На примере почвенно-археологических исследований на территории Хлебной площади были изучены морфологические признаки таких отложений [10]. Пример небольшой ложбины, засыпанной техногенными органическими отложениями, показан на фото (рис. 11).

Засыпка овражно-балочной сети при росте г. Самары проводилась с использованием органических материалов (навоза), строительного мусора, отходов производств. Водонасыщенные песчано-глинистые отложения малой степени литификации, содержащие органику, являются дополнительным фактором при развитии суффозионных процессов, тиксотропных явлений в глинах, плывунов, гравитационных склоновых процессов (оползней), а также могут иметь неравномерную сжимаемость под нагрузкой [11].

В настоящее время объекты городской застройки, находящиеся на указанных отложениях, бывают подвержены значительным деформациям и разрушению строительных конструкций. В данной работе представлено два здания, расположенные в историческом центре г. Самары, которые входят в список объектов культурного наследия регионального значения. При обследовании этих объектов в 2023–2024 гг. было выявлено наличие органических техногенных отложений в основании фундаментов.

Первый объект – двухэтажное здание «Дом А.И. Васильевой» (1901 г. постройки), расположенный по адресу: г. Самара, ул. Степана Разина, д. 87 (рис. 12).

В ходе визуального обследования надземной части здания в наружных и внутренних стенах выявлено наличие повсеместного распространения наклонных и вертикальных трещин шириной раскрытия от 0,1 до 3,0 мм, раскрытие межплитных швов межэтажных перекрытий. Отсутствует горизонтальная и вертикальная гидроизоляция фундаментов. По результатам обследовательских работ установлено, что в части здания, расположенной по красной линии улицы С. Разина, техническое состояние строительных конструкций, включая состояние грунтов основания, характеризуется как аварийное.

В результате инженерно-геологических изысканий, которые проводились путем буре-



Рис. 11. Погребенный овраг (ложбина) в археологическом раскопе на территории Хлебной площади, засыпанный органогенными отложениями (фото Д.В. Кормилицына)

Fig. 11. A buried ravine (hollow) in an archaeological excavation site on the territory of Khlebnaya Square, filled with organogenic deposits (photo by D.V. Kormilitsyn)

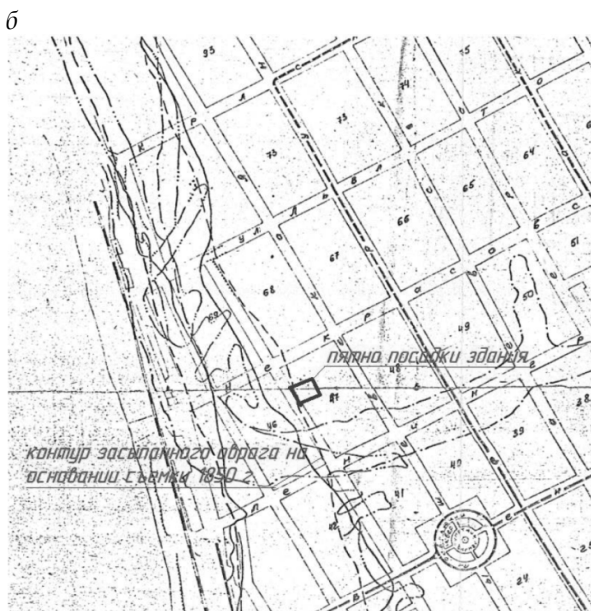


Рис. 12. Общий вид (а) и местоположение на схеме засыпанных оврагов (б) объекта 1 – здание «Дом А.И. Васильевой»

Fig. 12. General view (a) and location on the diagram of backfilled ravines (b) of object 1 – building «A.I. Vasilyeva House»

ния двух технических скважин глубиной 12,0 м с отбором проб грунта и откопки двух шурфов вблизи несущих стен до уровня подошвы фундамента, также с отбором проб грунта из-под подошвы фундамента и стенки шурфа, было выявлено, что грунтом основания служат два слоя и один инженерно-геологический элемент (ИГЭ). Слой 1 – насыпной грунт – конструктивные слои дорожной одежды мощностью до 50 см, песок мелкий маловлажный слежавшийся с включением корней деревьев, строительного мусора, гумусовых горизонтов почвы. Вскрыт всеми скважинами с поверхности и до глубины 0,8–3,8 м. Слой 2 – насыпной глинистый грунт текучепластичной консистенции с запахом нефтепродуктов с переслоениями органического грунта (навоза). Вскрыт скважиной 1 с глубины 3,8 м до глубины 7,2 м.

ИГЭ-1 – песок мелкий средней плотности малой степени водонасыщения. Вскрыт всеми скважинами с глубины 0,8 – 7,2 м до глубины 12,0 м. Нижняя граница слоя не вскрыта. С глубины 9,0 м имеет частые прослои суглинка мягкопластичного. В естественных условиях находится в маловлажном и влажном состоянии. Среднее значение природной влажности составляет 9,97 %, среднее значение плотности при естественной влажности – 1,74 г/см³, значение плотности сухого грунта – 1,59 г/см³. Коэффициент пористости по данным лабораторных исследований колеблется в пределах 0,577 –

0,721 (0,673), среднее значение коэффициента водонасыщения – 0,39. Модуль деформации по данным компрессионного сжатия в естественном состоянии – 15,7 – 19,5 МПа. Удельное сцепление – 26 – 40 кПа. Угол внутреннего трения – 1 – 4 град. Подземные воды вскрыты в скважине 1 на глубине 3,8 м. Инженерно-геологический разрез грунтового основания здания, расположенного по адресу: г. Самара, ул. Степана Разина, д. 87 представлен на рис. 13.

При анализе плана г. Куйбышева с указанием местоположения засыпанных оврагов на территории города (на основании планов старых съемок) (см. рис. 10) было установлено, что часть здания была возведена на месте засыпанного оврага и основанием для этой части здания является насыпной грунт мягко/текучепластичной консистенции, представленный чередующимися слоями суглинка и навоза. Характер образования и распространения трещин в несущих стенах здания свидетельствует о незатухающих неравномерных осадках. Фундамент здания и грунт основания здесь находятся в аварийном состоянии.

С целью сохранения объекта культурного наследия для избежания негативных последствий, вызванных изменением гидрогеологических условий в связи с активным строительством в исторической части г. Самары, а также для предотвращения воздействия опасных инженерно-геологических процессов (напри-

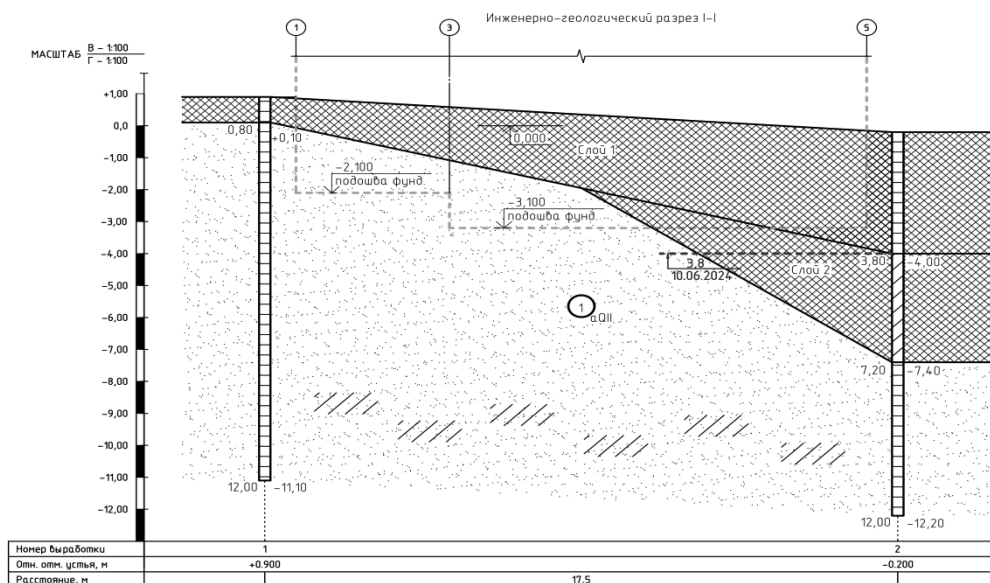


Рис. 13. Инженерно-геологический разрез грунтового основания здания, расположенного по адресу: г. Самара, ул. Степана Разина, д. 87

Fig. 13. Engineering and geological section of the soil base of the building, located at: Samara, st. Stepan Razin, 87

мер суффозии), рекомендуется выполнить мероприятия по закреплению грунтового основания здания методом цементации в режиме пропитки.

Кроме этого, в месте опирания части здания на техногенные органические слои погребенного оврага наиболее эффективным методом усиления фундамента является передача нагрузки от здания через подкосы из стального профиля на буроинъекционные вертикальные сваи, устроенные по внешнему контуру здания, с последующим обетонированием узлов опирания подкосов на головы свай или на наклонные («козловые») сваи (рис. 14).

Второй исследованный объект – трехэтажное здание «Дом Филимонова» (1907-1917 гг. постройки), расположенный по адресу: г. Самара, ул. Ленинская, д. 116 (рис. 15).

В ходе визуального обследования надземной части данного здания в наружных стенах выявлено наличие повсеместного распространения наклонных и вертикальных трещин шириной раскрытия от 0,1 до 2,0 мм. Наружные стены имеют значительные выгибы и отклонения от вертикали, зафиксировано обрушение стены на уровне подвального этажа. Раскрытие трещин в стенах подвального помещения достигает 30 мм. Проседание пола в подвале достигает 200 мм.

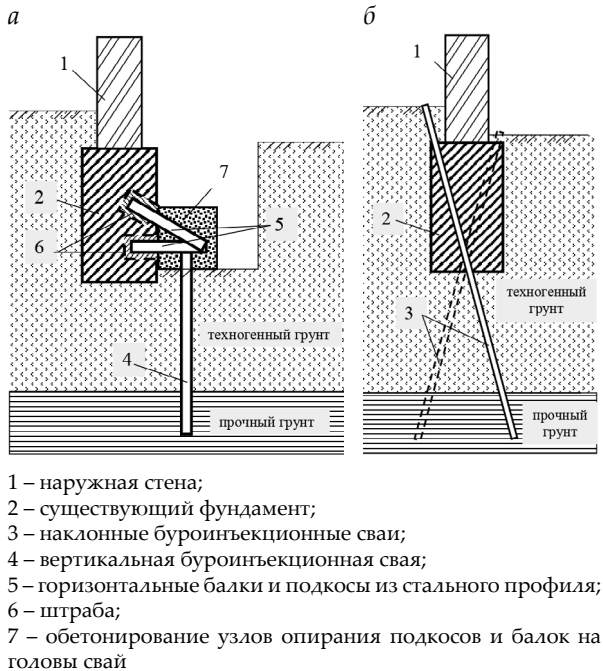


Рис. 14. Схемы усиления фундаментов существующих зданий буроинъекционными сваями:
а – вертикальными; б – наклонными

Fig. 14. Schemes for strengthening the foundations of existing buildings with bored piles:
a – vertical; b – inclined

В 2024 г. было проведено строительно-техническое обследование фундаментов и грунтов основания. Инженерно-геологические изыскания включали бурение двух скважин глубиной по 12,0 м, откопку двух шурфов вблизи несущих стен до подошвы фундамента, а также с уровня забоя шурфов при помощи малогабаритной буровой установки. Грунт основания был освидетельствован на глубину до 2 м. Из скважин и шурфов отбирались образцы грунта, которые затем были исследованы в аккредитованной лаборатории «Граунд Тест». Кроме того, были отобраны пробы воды и проанализированы в гидрохимической лаборатории.

По результатам инженерно-геологических изысканий выявлено, что грунтом основания служат три инженерно-геологических элемента (ИГЭ) (см. таблицу):

ИГЭ-1 – насыпной грунт органического происхождения мягкопластичной консистенции (навоз), перекрытый суглинком мягко/текучепластичным. Непосредственно в контактной

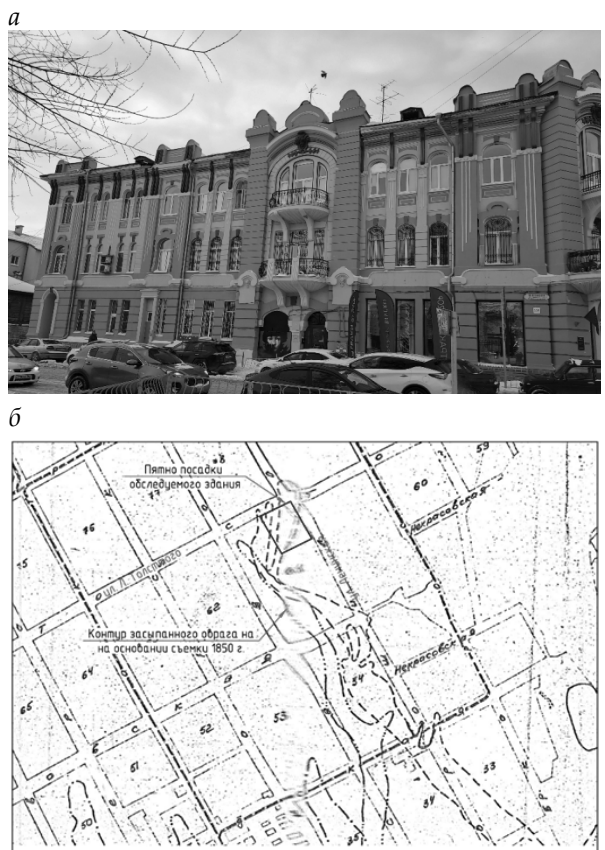


Рис. 15. Общий вид (а) и местоположение на схеме засыпанных оврагов (б) объекта 2 – здание «Дом Филимонова»

Fig. 15. General view (a) and location on the diagram of covered ravines (b) of object 2 – building «Filimonov House»

зоне «фундамент-основание» залегает суглинок текучепластичный мощностью до 1,0 м, с глубины 1,0 м переходящий в навоз. Общая мощность насыпного слоя от уровня планировочной отметки земли – 5,5 – 6,3 м, ниже уровня подошвы фундамента – 0,6–3,0 м;

ИГЭ-2 – суглинок мягкопластичный легкий. Встречен всеми скважинами с глубины 5,5–6,3 до 6,3–6,8 м. Мощность слоя 0,5–0,8 м. В естественных условиях имеет мягкопластичную консистенцию с показателем текучести 0,61;

ИГЭ-3 – суглинок полутвердый легкий. Встречен во всех скважинах с глубины 6,3–6,8 до 12,0 м. Мощность вскрытого слоя 5,2–5,7 м, нижняя граница не вскрыта. В естественных условиях имеет твердую и полутвердую консистенцию с показателем текучести 0,07.

В шурфах выявлено наличие грунтовых вод, наиболее вероятной причиной появления которых являются утечки из водонесущих коммуникаций. При этом горизонтальная и вертикальная гидроизоляция фундаментов отсутствует.

Как показали исследования, объект 2 «Дом Филимонова» был также возведен на месте засыпанного оврага и основанием здания является насыпной грунт мягко/текучепластичной консистенции, представленный чередующимися слоями суглинка и навоза. Характер образования и распространения трещин в стенах свидетельствует о незатухающих неравномерных осадках здания.

Несущей способности грунтов основания в настоящий момент недостаточно для обеспечения надежности и безопасности здания. Фундамент здания в месте погребенного оврага на-

ходится в аварийном состоянии, а в остальных местах его техническое состояние ограничено работоспособное. Наиболее эффективным методом усиления фундамента в данных условиях является передача нагрузки от здания через подкосы из стального профиля на буроинъекционные сваи, устроенные по внешнему контуру здания с последующим бетонированием узлов.

Засыпка оврагов в черте г. Самары, как было отмечено выше на примере Постникова оврага, продолжается и в настоящее время. Активно осваиваются т. н. «неудобья» – территории овражно-балочной сети вдоль левого берега р. Волги от Загородного парка до Студеного оврага (район г. Самары, который называется «просеки»). На погребенных оврагах возводятся здания и сооружения коммерческого и общедосугового назначения (например ТРЦ «МегаСити»), спортивные комплексы (2-я очередь универсального комплекса МТЛ Арена), закрытые коттеджные поселки (2-я, 8-я, 9-я просеки).

Строительство в аналогичных сложных геологических условиях требует особого инженерного подхода. В подобных случаях к основным техническим решениям при строительстве зданий и сооружений следует отнести:

- устройство сборного коллектора в русле оврага и дренажной сети по периметру здания;
- устройство засыпки грунта с послойным уплотнением до нормативных параметров;
- химическое закрепление грунтов насыпи либо применение свайных фундаментов для передачи нагрузки от здания на структурно-устойчивые грунты;

Свойства грунтов объекта 2 – здание «Дом Филимонова»
Soil properties of object 2 – building “Filimonov House”

Показатель	Обознач.	Ед. изм.	ИГЭ-1	ИГЭ-2	ИГЭ-3
Влажность природная	W	%	25,41	21,78	20,17
Влажность на границе текучести	W_L	%	26,94	25,69	30,96
Влажность на границе раскатывания	W_p	%	16,39	15,79	19,26
Число пластичности	I_p	%	10,56	9,90	11,70
Показатель текучести при естеств. влажности	I_L	д.е.	0,86	0,61	0,07
Плотность частиц грунта	ρ_s	г/см ³	2,69	2,71	2,71
Плотность грунта	ρ	г/см ³	2,01	1,94	1,99
Плотность сухого грунта	ρ_d	г/см ³	1,60	1,59	1,65
Коэффициент пористости	e_o	д.е.	0,683	0,699	0,640
Степень влажности	S_r	д.е.	0,99	0,85	0,86
Удельное сцепление	C_n	МПа	16	19	27
Угол внутреннего трения	φ_n	град	12	18	21
Модуль деформации	$E_{ест}$	МПа	6,6	9,8	13,6

▪ укрепление бровок оврага для предотвращения его дальнейшего развития с применением (гибких, массивных или уголовых) подпорных стен, террасирования, торкретирования откосов, устройства зеленых насаждений с развитой корневой системой, армирования жесткими стержневыми (нагельными) элементами или плоскими элементами из геотекстиля и т. п.

В противном случае пренебрежение каким-либо из приведенных выше мероприятий может привести как к серьезным проблемам в ходе эксплуатации здания, так и к возможным аварийным ситуациям. Для иллюстрации подобного рода ситуаций можно привести следующие примеры:

1. Устройство засыпки оврага при возведении ТРЦ «МегаСити» без уплотнения грунта до величины нормативного значения привело к образованию значительных просадок в плано-высотном отношении дорожного полотна в уровне цокольного этажа паркинга.

2. Отсутствие дренажной системы при строительстве 2-й очереди МТЛ Арена привело к систематическому затоплению третьего под-

земного этажа и невозможности его нормальной эксплуатации (рис. 16, 17).

3. Возведение жилых зданий с применением железобетонных плитных фундаментов на насыпных неоднородных грунтах является систематической ошибкой в индивидуальном домостроительстве. Железобетонная фундаментная плита не является панацеей в данных геологических условиях, не способна предотвратить развитие кренов и, при ненадлежащем конструкторском расчете, исключить развитие неравномерных осадок. Яркими примерами подобных проектных ошибок является жилой дом по адресу ул. Саперная, д. 10 (бровка Постникова оврага) – на сегодняшний день здание демонтировано; жилой дом по ул. Ольховской (район Барбошина оврага), крен дома выпрямлен, основание зацементировано (рис. 18).

При этом засыпка Барбошина оврага для формирования площадки строительства на ул. Ольховской ведется неоднородным грунтом без должного уплотнения, что позволяет прогнозировать развитие в дальнейшем негативных последствий при эксплуатации данного участка (рис. 19).

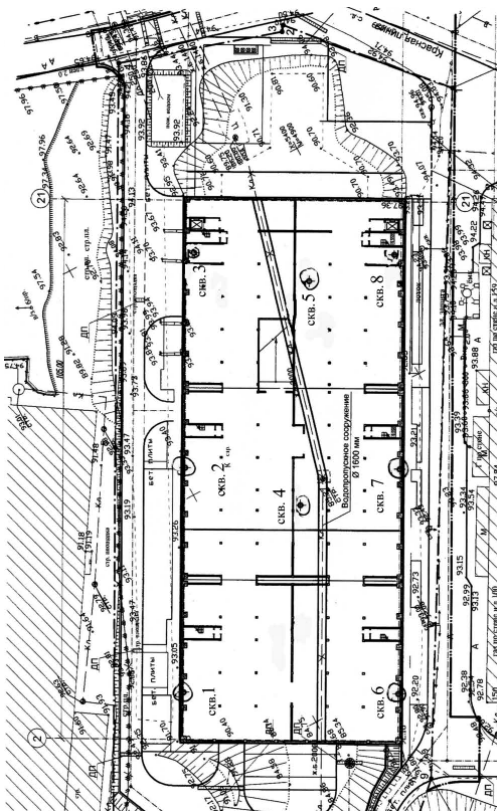


Рис. 16. Схема расположения здания 2-й очереди МТЛ Арена
Fig. 16. Building layout 2nd stage MTL Arena

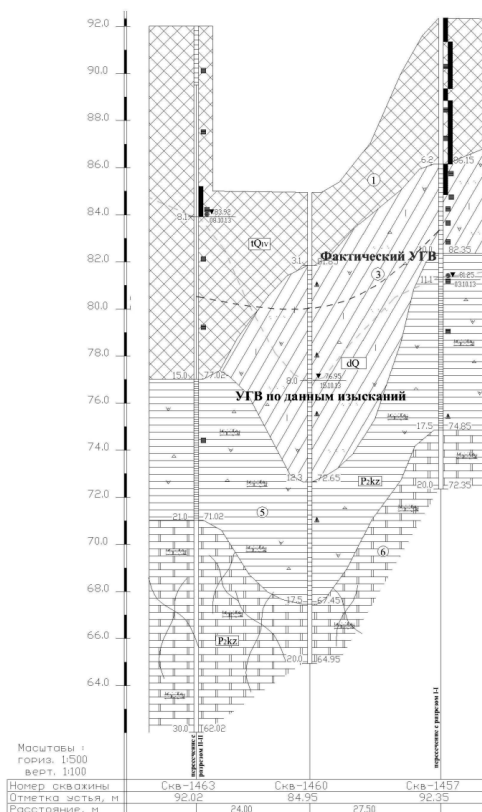


Рис. 17. Характерный инженерно-геологический разрез участка расположения 2-й очереди МТЛ Арена
Fig. 17. Typical geotechnical section of the 2nd stage of MTL Arena



Рис. 18. Работы по исправлению крена индивидуального жилого дома по ул. Ольховской
Fig. 18. Work to correct the roll of an individual residential building on the street. Olkhovskaya



Рис. 19. Засыпка оврага на примере устройства строительной площадки на ул. Ольховской
Fig. 19. Gully backfilling using construction site as an example on the street Olkhovskaya

4. Наглядной иллюстрацией отсутствия рационального инженерного подхода при освоении территории засыпанного оврага является разрушение бровки оврага в результате оползня в границах участка ИЖС, произошедшее в апреле 2024 г. на ул. Зауральской в Краснотуркменском районе г. Самары. В результате оползня была разрушена часть приусадебной территории и вспомогательные постройки. В числе причин, приведших к возникновению оползня, следует выделить такие:

- отсутствие водопропускного коллектора в русле оврага;
- отсутствие конструктивных мероприятий для укрепления склона.

Выводы

1. На территории исторического центра г. Самары существует погребенная под слоем насыпного грунта овражно-балочная сеть на Волжском и Самарском склонах водораздела и надпойменных террасах рек Волги и Самары, строение которой можно проследить в старых планах и картосхемах города.

2. Техногенные отложения, заполнившие древние врезы, часто имеют органический состав и состоят преимущественно из навоза животных.

3. Погребённая овражно-балочная сеть оказала влияние как на расположение уличной сети, так и на состояние возведенных на ней объектов городской застройки. Части зданий постройки начала XX века, расположенные на техногенных отложениях, которые заполняют погребенные врезы, испытывают значительные деформации из-за продолжающихся незатухающих неравномерных осадок. Деформации приводят к возникновению наклонных и вертикальных трещин в стенах зданий, выгибам и отклонениям от вертикали наружных стен, обрушению стен подвальных этажей, проседанию пола в подвале до 200 мм и т. п., что в конечном итоге является причинами аварийного состояния здания. В результате такие объекты городской застройки, часто входящие в список памятников культурного наследия регионального значения, требуют дополнительных мероприятий по усилению фундаментов и их оснований, например с помощью химического закрепления грунтового основания или применения буроинъекционных свай.

4. В настоящее время в Самаре продолжается засыпка овражно-балочной сети и строительство на образовавшихся земельных участках. При отсутствии грамотного инженерного подхода, без укрепления бровок оврагов, создания сборных подземных коллекторов, сплошного уплотнения грунтов при засыпке, химического закрепления слабых и техногенных грунтов и других мероприятий, использование подобных территорий для строительства может приводить к аварийным ситуациям как при строительстве, так и при эксплуатации зданий и сооружений.

5. Многие овраги в историческом центре Самары давно засыпаны и застроены, но при этом существующие здания являются малоэтажными. Они передают на основания небольшую по величине нагрузку и поэтому в большинстве своём сохраняют работоспособное или ограниченно работоспособное состояние. Построенные за последнее время в этом районе многоэтажные здания значительно уве-

личивают нагрузку на основания. Это может спровоцировать потерю устойчивости грунтов по принудительным площадкам скольжения внутри грунтового массива, в качестве которых способны выступить естественные склоны погребенных оврагов. Поэтому строить высотки на территории расположения бывших оврагов не рекомендуется. Данный фактор следует учитывать в условиях всё возрастающей точечной застройки исторического центра Самары.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецова С.В., Махова С.И., Степанова Е.А., Махов И.Д. Анализ проблем инженерно-геологических изысканий на территории г. Волгограда // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2019. № 3(76). С. 32–39.
2. Кутлияров Д.Н., Кутлияров А.Н., Загитова Л.Р., Кононова А.Ю. Инженерно-геотехнические изыскания и испытания грунтов при строительстве зданий и сооружений // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 3. С. 77–84. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.09.
3. Сергеев А.В. Голоценовая история развития балочных форм // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2006. № 11. С. 127–136.
4. Григорьев И.И., Ковалев С.Н., Рысин И.И. Техногенные овраги // Геоморфология. 2016. № 2. С. 27–33.
5. Сидорчук А.Ю., Борисова О.К., Панин А.В. Формирование ложбинно-балочной сети на Русской равнине // Тридцать шестое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Ижевск: Удмуртский гос. университет, 2021. С. 9–15.
6. Борсук О.А., Ковалев С.Н. Использование элементов эрозионного рельефа в градостроительстве Древней Руси // Макавеевские чтения. 2016. М.: Географ.ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова, 2017. С. 26–37.
7. Шмыков В.И., Борсук О.А., Симонова Т.Ю. Речные бассейны как объекты эколого-геоморфологических исследований // Геоморфология. 2015. № 1. С. 127–128.
8. Васильева Д.И., Козинцева Т.М. Почвообразующие горные породы Самарской области и их влияние на образование почв // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. статей. Самара: СамГТУ, 2018. С. 263–268.
9. Баранова М.Н., Какутина О.М., Шиманчик И.П., Васильева Д.И. Геологическое строение и почвенный покров территории г.о. Самара. Самара: СМПУ, 2011. 167 с.
10. Васильева Д.И., Баранова М.Н., Мальцев А.В., Соколова С.В. Инженерно-геологические и петрографические особенности техногенных слоев на территории г. Самары // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 4(41). С. 4–15.
11. Фи Х.Т., Строчкова Л.А. Опасные геологические процессы на территории г. Ханой (Вьетнам) // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 349. С. 200–203.

12. Беляев В.П. Свайные фундаменты в условиях строительства и реконструкции г. Самары: монография. Самара, 2005. 142 с.

13. Абрамян С.Г., Фоменко Н.А., Оганесян О.В. Совершенствование технологии устройства буронабивной сваи с уширителем // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 102–107. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.15.

14. Гайсин А.З., Крутяев С.А., Глазачев А.О. Исследование влияния диаметра буронабивной сваи на изменение коэффициента постели при расчете на горизонтальные нагрузки // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 4. С. 11–15. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.2.

15. Исаев В.И., Мальцев А.В., Карпов А.А. Совершенствование формы и технологии устройства железобетонных свай для малоэтажного строительства // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 2. С. 9–14. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.2.

REFERENCES

1. Kuznetsova S.V., Makhova S.I., Stepanova E.A., Makhov I.D. Analysis of problems of engineering and geological surveys on the territory of Volgograd. *Vestnik VolGASU. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Vestnik VolGASU. Series: Construction and Architecture], 2019, no. 3(76), pp. 32–39. (in Russian)
2. Kutliyarov D.N., Kutliyarov A.N., Zagitova L.R., Kononova A.Yu. Geotechnical engineering surveys and soil testing in the construction of buildings and structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 77–84. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.09
3. Sergeev A.V. Holocene history of the development of beam forms. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle* [Bulletin of Udmurt University. Biology series. Earth Sciences], 2006, no. 11, pp. 127–136. (in Russian)
4. Grigoriev I.I., Kovalev S.N., Rysin I.I. Man-made ravines. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2016, no. 2, pp. 27–33. (in Russian)
5. Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K., Panin A.V. Formation of a spoon-beam network on the Russian Plain. *Tridcat' shestoe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshhanie po probleme jerozionnyh, ruslovyh i ust'evykh processov* [Thirty-sixth Plenary Intercollegiate Coordination Meeting on Erosion, Channel and Wellhead Processes]. Izhevsk, Udmurt State University, 2021, pp. 9–15. (in Russian)
6. Borsuk O.A., Kovalev S.N. Use of elements of erosion relief in urban planning of Ancient Russia. *Makaveevskie chtenija 2016* [Maccabee Readings 2016], Moscow, Geography of Lomonosov Moscow State University, 2017. pp. 26–37. (In Russian).
7. Shmykov V.I., Borsuk O.A., Simonova T.Yu. River basins as objects of ecological and geomorphological research. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2015, no. 1, pp. 127–128. (in Russian)

8. Vasilyeva D.I., Kozintseva T.M. Soil-forming rocks of the Samara region and their impact on soil formation. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo: sb. statej* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction: Sat. articles]. Samara, SamSTU, 2018, pp. 263–268. (In Russian).
9. Baranova M.N., Kakutina O.M., Shimanchik I.P., Vasil'eva D.I. *Geologicheskoe stroenie i pochvennyj pokrov territorii g.o. Samara* [Geological structure and soil cover of the territory of Samara]. Samara, SMIU, 2011. 167 p.
10. Vasilyeva D.I., Baranova M.N., Maltsev A.V., Sokolova S.V. Engineering, Geological and Petrographic Features of Anthropogenic Layers in the Territory of Samara. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 4, pp. 4–15. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.1
11. Phi H.T., Strokova L.A. Hazardous geological processes in Hanoi (Vietnam). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 2011, no. 349, pp. 200–203. (in Russian)
12. Belyaev V.P. *Svajnye fundamenty v uslovijah stroitel'stva i rekonstrukcii g. Samary: monografija* [Pile foundations in the conditions of construction and reconstruction of Samara: monograph]. Samara, 2005. 142 p.
13. Abramyan S.G., Fomenko N.A., Oganessian O.V. Improving open bore piling and under-reaming technology. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 102–107. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.15
14. Gaisin A.Z., Krutyaev S.A., Glazachev A.O. Study of the Influence of a Bored Pile Diameter on Change of Coefficient of Subgrade Reaction at Calculation for Horizontal Loads. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 4, pp. 11–15. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.2
15. Isaev V.I., Maltsev A.V., Karpov A.A. Perfection of the Form and Technology of the Reinforced Concrete Piles Design for Low-Rise Construction. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018, vol. 8, no. 2, pp. 9–14. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.2

Об авторах:

ВАСИЛЬЕВА Дарья Игоревна

кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры строительной механики, инженерной геологии, оснований и фундаментов
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: vasilievadi@mail.ru

КАРПОВ Андрей Анатольевич

заведующий лабораторией НППЦ «ГЕОТЕХНИКА»
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: andrkarpov@yandex.ru

МАЛЬЦЕВ Андрей Валентинович

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительной механики, инженерной геологии, оснований и фундаментов
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: geologof@yandex.ru

VASILIEVA Daria Ig.

PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Structural Mechanics, Engineering Geology, Bases and Foundations Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: vasilievadi@mail.ru

KARPOV Andrey An.

Head of the Laboratory of the RPC "GEOTECHNIKA"
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: andrkarpov@yandex.ru

MALTSEV Andrey V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Construction Mechanics, Engineering Geology, Bases and Foundations Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: geologof@yandex.ru

Для цитирования: Васильева Д.И., Карпов А.А., Мальцев А.В. Погребенные овраги на территории г. Самары и современное состояние объектов городской застройки // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 4–17. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.01.

For citation: Vasilyeva D.I., Karpov A.A., Maltsev A.V. Buried ravines in Samara and the current state of urban development. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 4–17. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.01.

Принята: 19.05.2025 г.

С. В. ЕВДОКИМОВ
А. А. ОРЛОВА

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ЗАЩИТЫ ОТ КАВИТАЦИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ПРОТОЧНОГО ТРАКТА ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

CHOOSING THE OPTIMAL METHOD OF PROTECTION AGAINST CAVITATION
DESTRUCTION OF STRUCTURES OF THE FLOW PATH OF HYDROPOWER PLANTS

Рассматриваются способы защиты сооружений проточного тракта гидроэнергетических установок от кавитационных разрушений. В процессе эксплуатации необходимо периодически производить капитальный ремонт деталей проточной части гидравлической турбины. Используемая ранее облицовка листовой нержавеющей сталью деталей проточной части гидротурбин не дает существенного положительного результата, поэтому на ряде гидроэлектростанций стали применять электродуговую наплавку лопастей рабочего колеса штучными электродами. Актуальным и перспективным является разработка новой технологии ремонтных работ и нового способа, обеспечивающего увеличение производительности наплавки и повышение ее качества, а также разработка соответствующего состава наплавочного материала. Рассмотрено несколько способов, проанализированы достоинства и недостатки каждого из них. Выбран оптимальный способ с использованием наплавки порошковой проволокой. Сделаны соответствующие выводы, даны рекомендации.

Ключевые слова: сооружения проточного тракта, гидроэнергетические установки, гидравлическая турбина, кавитационные разрушения, кавитация, лопасть рабочего колеса турбины, механизированный способ наплавки металла, порошковая проволока

Как известно из практики эксплуатации гидравлических турбин, проточная часть гидротурбин подвергается кавитационным разрушениям. Износ деталей проточной части приводит к значительному снижению КПД турбины, резкому увеличению объема и стоимости ремонтных работ. Условия эксплуатации рабочих колес гидротурбин зависят от режима работы, конструкции турбин, устройства проточной части и наличия в воде абразивных частиц. В процессе эксплуатации необходимо периодически производить капитальный ремонт деталей проточной части гидротурбины. Обычно на действующих ГЭС ремонт производится

The article discusses ways to protect the structures of the flow path of hydropower plants from cavitation damage. From the practice of operating hydraulic turbines, the flow part of hydraulic turbines is subjected to cavitation damage. During operation, it is periodically necessary to carry out major repairs of the parts of the flow part of the hydraulic turbine. The previously used stainless steel sheet cladding of the parts of the flow part of hydraulic turbines does not give a significant positive result, therefore, electric arc welding of the impeller blades with piece electrodes began to be used at a number of hydroelectric power plants. A large amount of repair work, low productivity and low quality of manual surfacing increase the duration of repairs. The development of a new technology and a new method to increase the productivity of surfacing and improve its quality, as well as the development of an appropriate composition of the surfacing material, is relevant and promising. Several methods are considered, the advantages and disadvantages of each of them are analyzed. The optimal method has been chosen using powder wire surfacing. The relevant conclusions and recommendations are given.

Keywords: structures of the flow path, hydropower plants, hydraulic turbine, cavitation destruction, cavitation, turbine impeller blade, mechanized method of metal surfacing, powder wire

без демонтажа существующего оборудования. Ранее использованная облицовка листовой нержавеющей сталью деталей проточной части гидротурбин не дает существенного положительного результата, поэтому на ряде ГЭС стали применять электродуговую наплавку лопастей рабочего колеса штучными электродами. Большой объем ремонтных работ, малая производительность и низкое качество ручной наплавки увеличивают продолжительность ремонта, а агрегаты, как правило, простаивают длительное время. Поэтому вполне актуальным и перспективным является разработка новой технологии и нового способа, обеспечивающе-

го увеличение производительности наплавки и повышение ее качества, а также разработка соответствующего наплавочного материала [1].

На сегодняшний день разработано несколько способов, один из них – это высокопроизводительный способ механизированной наплавки электронной лентой под флюсом. Сущность данного способа заключается в том, что в качестве электрода вместо проволоки применяется широкая лента малой толщины. При этом наплавка лопастей рабочего колеса производится на специальной установке, обеспечивающей поворот лопасти в положение, при котором наплавляемый участок лопасти располагается горизонтально. Однако этот способ невозможно применить при ремонте деталей проточной части гидротурбин, так как наплавку необходимо производить во всех пространственных положениях.

На ряде ГЭС проводилось опробование полуавтоматической наплавки в среде углекислого газа для ремонта камеры рабочего колеса гидротурбины. При этом применялась проволока *IX18H10T* диаметром 1,2 мм, а также *Св-02×19H9* диаметром 1,6 мм и *Св-04×19H9* диаметром 2,0 мм. Однако и этот способ не нашел широкого применения из-за неудобства производить наплавку в условиях камеры рабочего колеса гидротурбины и из-за сравнительно малой производительности. Позже была опробована наплавка полуавтоматом А-765 порошковой проволокой ПП-1Х14Т-0 диаметром 2,8 мм. Однако опыт показал, что в этом случае получить в первом слое наплавленного металла больше 10 % хрома невозможно. Поэтому при данном способе не обеспечивается требуемая коррозионная и кавитационная стойкость наплавленного металла [2, 3].

Наилучшим образом показал себя способ наплавки порошковой проволоки на кавитационные участки с учетом коррозии, апробированный, к примеру, на Жигулевской ГЭС. При разработке состава наплавленного металла для этого способа был учтен многолетний опыт экс-

плуатации лопастей турбины, изготовленных из различных сталей. Хорошие результаты при работе в этих условиях показали высокохромистые стали. Так, лопасти гидротурбин, отлитые из стали типа 2Х13(20Х14НЛ), после 6–8 лет работы на Жигулевской ГЭС были в хорошем состоянии, кавитационных и коррозионных разрушений практически не было обнаружено. Опыт эксплуатации также подтвердил, что кавитационное разрушение деталей гидротурбин практически отсутствует, если материал содержит не менее 12 % хрома [4, 5].

Более подробно остановимся на рассмотрении данного способа. Для упрощения задачи по выбору состава наплавленного металла вначале были изготовлены опытные порошковые проволоки для наплавки под флюсом. Было изготовлено 6 составов проволок: 10Х14; 20Х14; 30Х14; 10Х14Н1; 20Х14Н2; 30Х14Н3 с диаметром 2,8 мм. На лабораторной установке производили наплавки на пластины размером 350×350×14 из стали. Из наплавленных пластин одномеханическим способом вырезали заготовки, из которых затем изготавливали образцы для использования на кавитацию, металлографические исследования и спектральный анализ. В табл. 1 приведены результаты спектрального анализа наплавленного металла.

Из табл. 1 видно, что состав наплавленного металла в третьем слое близок к заданному значению. Далее были изготовлены шлифы и определена твердость наплавленного и основного металла. Результаты замеров твердости представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что с увеличением содержания углерода в наплавленном металле твердость значительно повышается. Так, при содержании 0,12 % С, средняя твердость составляет *HRB90*, а при 0,32 % С – *HRB104*. Тенденция роста твердости больше у металла, легированного хромом, чем совместно легированного хромом и никелем. Лабораторные испытания показали, что чем выше твердость металла, тем более

Таблица 1. Результаты спектрального анализа наплавленного металла
Table 1. Results of spectral analysis of deposited metal

Маркировка проволоки	Наплавленный металл, 3-й слой, %		
	С	Cr	Ni
10Х14	0,12	16,0	-
20Х14	0,30	13,5	-
30Х14	0,32	13,0	-
10Х14 Н1	0,15	16,0	1,5
20Х14 Н2	0,17	15,0	2,5
30Х14 Н3	0,36	16,0	3,2

Таблица 2. Результаты замеров твердости наплавленного и основного металла
Table 2. Results of hardness measurements of deposited and base metal

Состав наплавленного металла, 3-й слой, %					
0,12 C	0,30 C	0,32 C	0,15 C	0,17 C	0,36 C
16,0 Cr	13,5 Cr	13,0 Cr	15,0 Cr	15,0 Cr	16,0 Cr
			1,5 Ni	2,5 Ni	3,2 Ni
Твердость HB					
85,5	101,5	113,2	76,5	104,0	100,0
91,5	105,5	115,0	97,6	106,6	102,5
92,3	108,0	114,0	99,3	106,6	103,7
97,7	115,0	114,4	100,0	104,0	100,0
108,0	111,5	115,5	100,0	103,3	111,0
95,0	90,5	114,5	76,0	105,7	106,0
91,7	72,0	78,5	77,5	74,3	84,0
77,5	78,5	78,5	83,2	70,6	76,2
84,5	83,5	73,0	-	70,0	73,0

высокая его кавитационная скорость. Если основываться на этих исследованиях, то следует вводить в наплавленный металл максимально возможное содержание углерода. Однако известно, что с увеличением содержания в металле углерода коррозионные свойства его резко снижаются. Поэтому содержание углерода должно быть ограничено. Для улучшения пластических свойств в наплавленный металл вводят 1,5–2,2 % Ni.

В результате исследования был выбран оптимальный состав металла для порошковой проволоки: 13–16 % Cr; 1,5–2,2 % Ni; 0,1–0,3 % Ti; 0,10–0,12 % C. При разработке на Жигулевской ГЭС данного состава порошковой проволоки учитывался многолетний опыт разработки и изготовления порошковой проволоки других составов. Задача состояла в том, чтобы разработать состав порошковой проволоки, которая обеспечила бы получение заданного состава металла в первом слое. Кроме того, должна обеспечиваться наплавка во всех пространственных положениях, так как детали проточного тракта гидротурбин наплавляются без монтажа. Таким образом, было установлено, что в порошковую проволоку надо вводить хрома не менее 17 %, а никеля – порядка 2 %. Шлако- и газообразующая часть сердечника проволоки состояла из рутила, мрамора и пластикового шпата. Наплавка опытных образцов показала, что при суммарном содержании их в проволоке менее 10 % в наплавленном металле образуются поры. В качестве раскислителей применялся титан и алюминий. В сердечник проволоки вводился ферротитан из расчета

содержания титана в проволоке не более 0,5 %, тогда как при большом содержании титана ухудшалось формирование наплавленного металла и отделимость шлаковой корки [6–9].

Данные металлографических исследований наплавленного металла с разным содержанием никеля приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что наиболее высокую твердость HB 352–363 имеют образцы X15H6T, на втором месте по твердости образцы X15H2T – HB 277–285. Наиболее низкую твердость HB 121–142 показали образцы с однофазной структурой.

В итоге это позволило установить оптимальный состав порошковой проволоки, обеспечивающий наплавку на вертикальной плоскости заданного состава металла в первом наплавленном слое. После обработки состава порошковой проволоки в наплавленном металле не наблюдалось пор и других дефектов.

Особое внимание следует уделить технике полуавтоматической наплавки порошковой проволоки во всех пространственных положениях, которая осуществлялась шланговым полуавтоматом. Это позволит устранить стекание жидкого металла и другие трудности наплавки на вертикальную поверхность при ремонте камер рабочего колеса гидротурбины. Хорошие результаты были получены при наплавке проволоки диаметром 2,0 мм. Для увеличения производительности необходимо было отработать технику наплавки проволокой большего диаметра, в результате наиболее оптимальным был выбран диаметр 2,8 мм. Известно, что наплавка в потолочном положении сопряжена с большими трудностями,

Таблица 3. Данные металлографических исследований наплавленного металла
Table 3. Metallographic data of deposited metal

Маркировка образцов	Состав наплавленного металла, %	Микротвердость U_{μ}	Твердость HB
X15	16 Cr	124,149 – 248,234	187,197
X15H	15 Cr; 1,5 Ni	162,149 – 344,366,288	207,197
X15H2T	13 Cr; 2,1 Ni; 0,28 Ti	212,222,222.212	285,277
АНЗ+X15H2T	15 Cr; 2,4 Ni; 0,38 Ti	184,162,170	–
X15H6T	14,9 Cr; 7,0 Ni; 0,1 Ti	272,248,272	363,352
X13H10	11,5 Cr; 9,0 Ni	184 – 194	143,143
X15H12	13,4 Cr; 11,3 Ni	155 – 184	137,143
X15H15	15,2 Cr; 16,0 Ni	149 – 155	126,121

чем наплавка на вертикальную поверхность. В этом случае требуется осуществлять перенос расплавленного металла проволоки снизу вверх, тем самым получать надежное сплавление с основным металлом.

Выводы. 1. Представленный состав кавитационно-коррозионного металла для порошковой проволоки для наплавки на сооружениях прочной части гидротурбины является оптимальным по составу.

2. Технология и техника механизированной наплавки порошковой проволоки на вертикальной плоскости обеспечивает хорошую производительность и улучшение качества восстановительной наплавки.

3. Данный способ является оптимальным в практике эксплуатации гидравлических турбин, поскольку минимизированы риски возникновения кавитационных разрушений в прочной части турбины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романов А.А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений. Самара: Издательский дом «Агни», 2010. 360 с. Кн. I.
2. Романов А.А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидромеханического оборудования. Самара: Издательский дом «Агни», 2011. 424 с. Кн. II.
3. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулевской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21–27.
4. Евдокимов С.В., Селиверстов В.А. Исследование лопастей рабочего колеса гидравлической турбины // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. статей. Самара: СамГТУ, 2019. С. 333–338.
5. Романов А.А., Евдокимов С.В., Селиверстов В.А. Изучение процесса эрозии на лопастях рабочих ко-

лес Жигулевской гидроэлектростанции // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8. № 2 (31). С. 56–59. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.9.

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

7. Balzannikov M.I., Vyshkin E.G. Hydroelectric power plants reservoirs and their impact on the environment. Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 8-th International Scientific and Practical Conference. 2011. V. 1. P. 171–174.

8. Свитала Ф., Галицкова Ю.М. Использование гидравлических энергоагрегатов с наклонной осью для малых ГЭС // Научное обозрение. 2014. № 10 (2). С. 450–456.

9. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands. Procedia Engineering XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering. 2015.

REFERENCES

1. Romanov A.A. Zhigulevskaya GJeS. Jekspluatacija gidrotehnikeskikh sooruzhenij [Zhigulevskaya HPP. Operation of hydraulic structures]. Samara, Publishing house "Agni", 2010. 360 p.
2. Romanov A.A. Zhigulevskaya GJeS. Jekspluatacija gidromehanicheskogo oborudovanija [Zhigulevskaya HPP. Operation of hydromechanical equipment]. Samara, Agni Publishing House, 2011. 424 p. Pr. II.
3. 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. Gidrotehnikeskoe stroitel'stvo [Hydraulic Engineering Construction], 2013, no. 6, pp. 21–27. (in Russian)
4. Evdokimov S.V., Seliverstov V.A. Study of impeller blades of hydraulic turbine. Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo: sb. statej [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction: Sat. articles]. Samara, SamSTU, 2019, pp. 333–338. (In Russian).
5. Romanov A.A., Evdokimov S.V., Seliverstov V.A. Study of erosion process on impeller blades of

Zhigulevskaya hydroelectric power station. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018, vol. 8, no. 2(31), pp. 56–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.9

6. 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)

7. Balzannikov M.I., Vyshkin E.G. Hydroelectric power plants reservoirs and their impact on the environment. Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 8-th International Scientific and Practical Conference. 2011. V. 1. P. 171–174.

8. Svitala F., Galitskova Yu.M. The use of hydraulic power units with an inclined axis for small hydroelectric power plants. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2014, no. 10(2), pp. 450–456. (in Russian)

9. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands. *Procedia Engineering XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering*. 2015.

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. Выбор оптимального способа защиты от кавитационного разрушения сооружений проточного тракта гидроэнергетических установок // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 18–22. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.02.

For citation: Evdokimov S.V., Orlova A.A. Choosing the optimal method of protection against cavitation destruction of structures of the flow path of hydropower plants. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 18–22. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.02.

Принята: 22.05.2025 г.

В. С. ШИРОКОВ
А. С. ЛЕОНЕНКО

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ МОНТАЖА И КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ФУНДАМЕНТА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ СТАЛЬНЫХ ПРОЖЕКТОРНЫХ ОПОР

INFLUENCE OF ASSEMBLY DEFECTS AND FOUNDATION CONSTRUCTION ON THE STRESS-STRAIN STATE OF STEEL LIGHTING MASTS

Рассмотрен опыт моделирования прожекторных мачт в расчетном комплексе с учетом различных факторов. Предметом исследования является изучение влияния учета свайного основания и дефектов монтажа в виде крена на напряженно-деформированное состояние мачты. В рамках исследования рассмотрено четыре расчетные схемы прожекторной мачты серийного изготовления: М1 – без крена и без учета свай; М2 – без крена со сваями длиной 12 м; М3 – с креном и сваями 12 м; М4 – с креном и сваями 16 м. По результатам исследования установлено, что учет дефектов монтажа не оказывает значительного влияния на напряженно-деформированное состояние мачт. Учет совместной работы свай с надземными конструкциями позволяет более точно определить напряженно-деформированное состояние мачт. При этом расчетные перемещения могут быть более чем в два раза выше, чем для мачт, рассчитываемых без учета свайного основания. Также учет свайного основания приводит к уменьшению собственных частот колебаний мачт, в результате чего увеличивается пульсационная составляющая ветровой нагрузки, а следовательно, и максимальные усилия в элементах конструкции.

Ключевые слова: стальная мачта, напряженно-деформированное состояние, частота собственных колебаний, дефект, крен, свайный фундамент

The experience of modeling lighting masts in the FEM complex taking into account various factors is considered. The subject of the paper is the study of the influence of taking into account the pile foundation and installation defects in the form of a roll on the stress-strain behavior of the mast. The study considered four calculation schemes for a mass-produced lighting mast: M1 – no slant and no piles; M2 – 12 m long pile, no slant; M3 – 12 m long pile and a slant; M4 – 16 m piles and a slant. The results of the study showed that taking into account installation defects does not have a significant effect on the stress-strain behavior of the masts. Taking into account the joint work of piles with steel structures allows for a more accurate determination of the stress-strain behavior of the masts. At the same time, the calculated displacements can be more than 2 times higher than for masts calculated without taking into account the pile foundation. Also, taking into account the pile foundation leads to a decrease in the natural vibration frequencies of the masts, due to which the pulsation component of the wind load increases, and, consequently, the maximum forces in the elements of the structure.

Keywords: steel mast, stress-strain behavior, natural vibration frequency, defect, slant, pile foundation

Введение

Стальные прожекторные мачты используются повсеместно для обеспечения освещения объектов различного назначения. При этом они еще выполняют роль молниеотводов. Строго говоря, по конструктивному исполнению их следует называть башнями [1]. Однако, ввиду устойчивого серийного наименования, в данной статье принято название «мачта».

На напряженно-деформированное состояние прожекторных мачт влияют высота, форма

и габариты в плане, тип решетки [2–4]. Основным воздействием на подобные сооружения является ветровое [5–8]. При этом в реальных условиях эксплуатации на НДС мачт влияют различные дефекты и повреждения, возникающие в процессе монтажа и эксплуатации [9]. Наиболее распространенным дефектом монтажа стальных башенных сооружений является их крен [10–12].

В настоящее время в нормативной литературе рекомендуется составлять расчетные схемы системы «сооружение-фундамент-основание»,

т. е. учитывать влияние фундамента и грунтов на напряженно-деформированное состояние надземных конструкций. Учет фундаментов в расчетной схеме может оказывать значительное влияние на работу вышележащих конструкций, например на частоты собственных колебаний сооружения [13, 14], что в свою очередь влияет на усилия от пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Объектом исследования являются стальные четырехгранные прожекторные мачты с треугольной решеткой.

Предметом исследования является изучение влияния учета свайного основания и дефектов монтажа в виде крена на напряженно-деформированное состояние мачты.

Материалы и методы

Для исследования приняты две существующие мачты освещения М3 и М4, выполненные по серии 3.407.9-172 «Прожекторные мачты и отдельно стоящие молниеотводы». Высота мачты до молниеотвода составляет 32,050 м, вместе с молниеотводом 37,050 м. Размеры в плане мачты у основания 3,01×3,01 м, на отметке +5.300 размеры 2,46×2,46 м, на отметке +17.000 размеры 1,246×1,246 м, на отметке +28.700 размеры 1,05×1,05 м.

Марки сборочных элементов мачты:

- нижний ярус (от отм. +0.200 до отм. +5.300) марка ТС-36;
- второй ярус (от отм. +5.300 до отм. +17.000) марка ТС-37;
- третий ярус (от отм. +17.000 до отм. +28.700) марка ТС-38;
- тросостойка (от отм. +29.300 до отм. +32.050) марка ТС-4.

При расчете мачт учтено их отклонение от вертикали, определенное в рамках обследования (рис. 1). Отклонение мачт от вертикали смоделировано как общий крен сооружения. Также для сравнения результатов выполнен расчет мачты М2 без отклонений.

Основанием под мачты служат суглинки коричневого цвета, мягкопластичной консистен-

ции с линзами, текучепластичные и суглинки коричневого цвета, тугопластичные. Фундаменты мачт свайные по серии 1.011.1-10 в.1 «Сваи цельные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой». Под мачтой М3 устроено 8 свай С120.30, под мачтой М4 – 8 свай С160.30.

Расчет моделей мачт произведен при помощи ПК «Ли́ра-САПР». Расчетные схемы включали в себя надземную часть мачты и сваи. Элементы мачты смоделированы КЭ10, элементы свай смоделированы КЭ57 (рис. 2). При расчете свай учтено их взаимное влияние. Также для сравнения результатов выполнен расчет мачты М1 без отклонений и без учета совместной работы свай грунтом (рис. 2, в).

Конструкции в составе расчетной модели рассчитаны на воздействие постоянных и кратковременных нагрузок: собственный вес конструкций мачты; собственный вес площадки, молниеотвода и лестницы; нагрузка от гололеда; статическая ветровая нагрузка в двух ортогональных направлениях и по диагонали; пульсационная ветровая нагрузка в направлениях, соответствующих статической составляющей ветра. Характеристики рассмотренных в исследовании мачт приведены табл. 1.

Результаты

По результатам расчета определено напряженно-деформированное состояние элементов мачт и свай. В табл. 2 приведены результаты определения максимальных ($\Delta_{\max}$), начальных ($\Delta_{\text{нач}}$), суммарных ($\Sigma\Delta$) и предельных ($\Delta_{\text{пред}}$) горизонтальных перемещений верха мачт от расчетного сочетания нагрузок.

По результатам, представленным в табл. 2 и на рис. 3, хорошо видно, что неучет совместной работы мачты М1 со сваями приводит к значительному (более чем в два раза) снижению расчетных перемещений. Это объясняется деформациями изгиба свай, а также вертикальными перемещениями свай в грунте. При этом применение более длинных свай позволяет уменьшить перемещения мачты, что хорошо видно по результатам расчета для мачты М4.

Наибольшие перемещения наблюдаются при действии ветровой нагрузки по диагонали (направление «ху»). При этом начальные отклонения мачты не влияют на расчетные перемещения (мачты М2 и М3). В рассмотренных примерах мачт ни расчетные максимальные, ни суммарные с учетом отклонений перемещения не превышают предельных значений.

В табл. 3 и на рис. 4 приведены результаты модального анализа колебаний мачт. Первая собственная частота колебаний мачты М1 выше, чем у мачт с учетом свайного основания

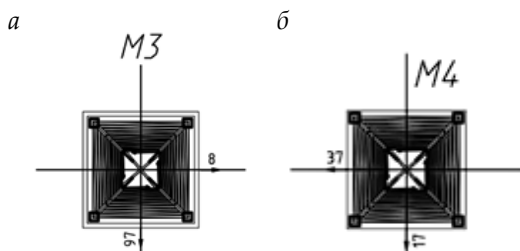


Рис. 1. Отклонения мачт от вертикали, мм

Fig. 1. Mast's vertical slant, mm

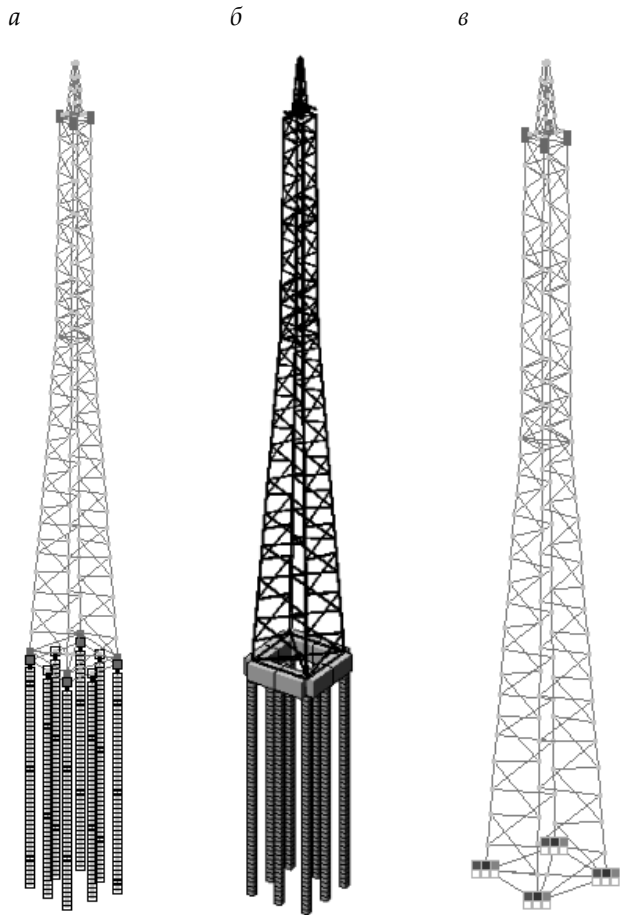


Рис. 2. Расчетные схемы мачт: а – стержневая модель; б – 3D-вид схемы; в – мачта М2 без свайных элементов
Fig. 2. Calculation schemes of masts: a – rod model; b – 3D view of the scheme; c – M2 no pile elements mast

Таблица 1. Характеристики мачт
Table 1. Masts characteristics

Мачта	Отклонения верха	Сваи
М1	Без отклонений	Без свай (гипотеза жесткого основания)
М2	Без отклонений	8 свай С120.30
М3	Отклонения: по у = 97 мм, по х = 8 мм	8 свай С120.30
М3	Отклонения: по у = 37 мм, по х = 17 мм	8 свай С160.30

в расчетной схеме. Учет свай увеличивает общую податливость системы, что и приводит к уменьшению частоты колебаний. По этой же причине для мачты М4 с более длинными сваями частоты колебаний оказались выше, чем для мачт М2 и М3. Учет отклонений от вертикали не влияет на частоты и формы колебаний мачт. Стоит отметить, что при учете свай в расчетной схеме появляются моды продольных колебаний, вызванные деформацией основа-

ния. При этом значения частоты данной моды для М2 и М3 $f = 3,01$ Гц оказываются меньше предельной частоты $f_{lim} = 3,8$ Гц, выше которой допускается не учитывать реакции сооружения. Однако усилия в элементах свай и поясов мачты при данной моде практически нулевые. Вторая мода и крутильная форма колебаний имеют частоты выше предельной, поэтому для рассмотренных мачт существенной является только первая форма поперечных колебаний.

Результаты определения продольных усилий N_{PCYmax} в самых нагруженных нижних элементах пояса мачт представлены в табл. 4 и на рис. 5. Наихудшее сочетание нагрузок то, которое включает в себя ветровое воздействие по диагонали, поэтому в табл. 4 приведены усилия от статической составляющей ветровой нагрузки $N_{стат.в.}$, пульсационной составляющей $N_{пульс.}$ и суммарной $N_{ветер}$, а также расхождения в результатах определения данных составляющих для мачт со сваями в сравнении с мачтой М1 без свайных элементов в модели.

Как видно из табл. 4, усилия в элементах мачты М1 по РСУ оказались меньше, чем в элементах мачт со сваями (М2, М3 и М4), на

5–7 %, что может быть удовлетворительной точностью для инженерных расчетов. Однако для подобных сооружений усилия от ветрового воздействия составляют порядка 80–90 % от максимальных. Наибольшее расхождение в усилиях до 30 % наблюдается для пульсационной составляющей ветровой нагрузки, что объясняется разницей в собственных частотах колебаний. При этом суммарные усилия от ветра в моделях со сваями оказываются на 15 % выше усилий без учета свай. Таким образом, неучет свайного основания в расчетной модели подобных сооружений может привести к занижению внутренних усилий в элементах.

Таблица 2. Перемещения верха мачт
Table 2. Displacements of the masts top

Мачта	Δ_{max} , мм			$\Delta_{нач}$, мм			$\Sigma\Delta$, мм			$\Delta_{пред}$, мм
	х	у	ху	х	у	ху	х	у	ху	
М1	51,6	53,6	65,9	0,0	0,0	0,0	51,6	53,6	65,9	320
М2	114,0	116,0	139,0	0,0	0,0	0,0	114,0	116,0	139,0	320
М3	113,0	116,0	138,0	8,0	97,0	97,3	121,0	213,0	235,3	320
М4	97,5	99,0	119,0	17,0	37,0	40,7	114,5	136,0	159,7	320

Таблица 3. Модальный анализ
Table 3. Modal analysis

Мачта М1		Мачта М2		Мачта М3		Мачта М4	
Частота, Гц	Хар-ка	Частота, Гц	Хар-ка	Частота, Гц	Хар-ка	Частота, Гц	Хар-ка
1,66	Попереч., 1-я мода	1,15	Попереч., 1-я мода	1,15	Попереч., 1-я мода	1,23	Попереч., 1-я мода
6,06	Частн.	3,01	Прод.	3,01	Прод.	4,19	Прод.
7,53	Попереч., 2-я мода	4,64	Попереч., 2-я мода	4,64	Попереч., 2-я мода	4,79	Попереч., 2-я мода
9,43	Крут., 3-я мода	6,06	Частн.	6,06	Частн.	6,06	Частн.
11,00	Частн.	8,98	Крут., 3-я мода	8,98	Крут., 3-я мода	8,98	Крут., 3-я мода

Таблица 4. Продольные силы в поясе (кН)
Table 4. Normal forces in the leg of masts (kN)

Мачта	$N_{стат.в.}$	$N_{пульс.}$	$N_{ветер}$	N_{PCYmax}	$\Delta_{стат.в.}$, %	$\Delta_{пульс.}$, %	$\Delta_{ветер}$, %	Δ_{PCYmax} , %
М1	-39,9	-23,2	-63,1	-75,9	–	–	–	–
М2	-42,3	-30,5	-72,8	-80,9	6,0	31,5	15,4	6,6
М3	-42,4	-30,5	-72,9	-81,2	6,3	31,5	15,5	7,0
М4	-42,4	-29,0	-71,4	-79,6	6,3	25,0	13,2	4,9

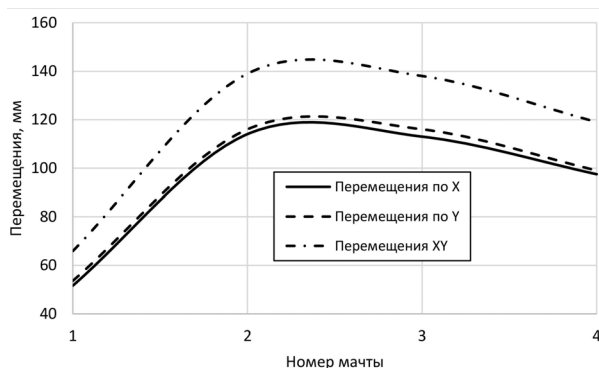


Рис. 3. Расчетные перемещения верха мачт
Fig. 3. Calculated displacements of the masts top

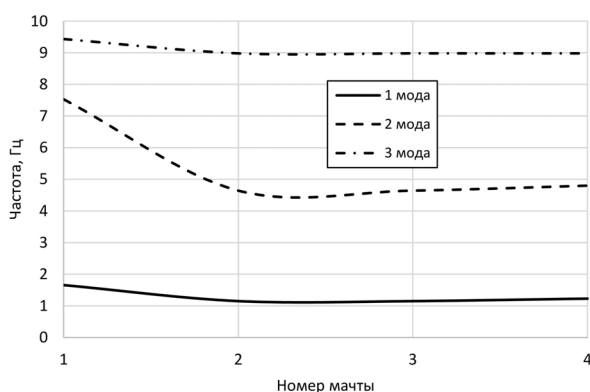


Рис. 4. Частоты колебаний мачт
Fig. 4. Natural vibration frequencies of the masts

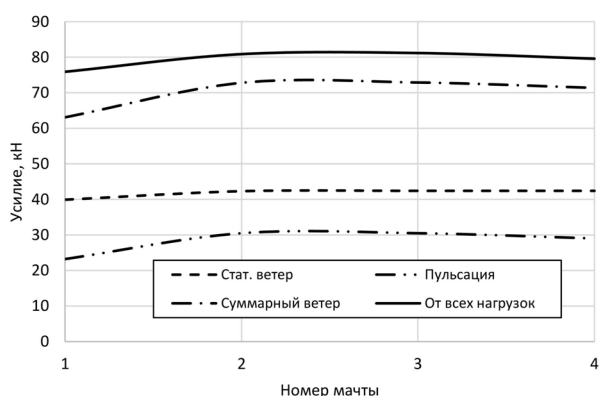


Рис. 5. Продольные силы в наиболее нагруженных элементах пояса
Fig. 5. Normal forces in the most loaded leg of masts

Выводы

1. Учет дефектов монтажа мачт в виде отклонений от вертикали при расчете не оказывает значительного влияния на результирующие перемещения и усилия.

2. Учет совместной работы свай с надземными конструкциями позволяет более точно определить напряженно-деформированное состояние мачт. При этом расчетные перемещения могут быть более чем в два раза выше, чем для мачт, рассчитываемых без учета свайного основания.

3. Учет свайного основания приводит к уменьшению собственных частот колебаний мачт, из-за чего увеличивается пульсационная составляющая ветровой нагрузки, а следовательно, и максимальные усилия в элементах конструкции. Расхождение для усилий от пульсации может составлять до 30 %, а от всех нагрузок – до 7 %.

4. Изменение жесткости свайного основания может служить путем регулирования перемещений, частот колебаний и усилий в надземных конструкциях сооружений башенного типа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павловский В.Ф., Кондра М.П. Стальные башни (проектирование и монтаж). К.: Будівельник, 1979. 200 с.
2. Ращепкина С.А., Котельникова Т.О., Ращепкин С.В. Об оптимальном проектировании стальной башни // Вестник КРСУ. 2019. Т.19, № 12. С. 157–162.
3. Голиков А.В., Веремеев Д.В. Обобщенные принципы компоновки и назначения габаритных размеров трехгранных решетчатых башен // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 1(90). С. 14–32.
4. Голиков А.В., Михальчинок Е.А., Мельникова Ю.А. Анализ влияния типа решетки на распределение усилий в элементах башни // Инженерный вестник Дона. 2019. № 4. С. 53.
5. Савицкий Г.А. Основы расчета радиомачт. Статика и динамика. М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1953. 274 с.
6. Попова Ю.А., Акимов Э.К., Ращепкина С.А. Особенности работы стальной башни на различные нагрузки и воздействия // The Scientific Heritage. 2020. № 57. С. 53–61. DOI: 10.24412/9215-0365-2020-57-1-53-61.
7. Котельникова Т.О., Ращепкина С.А. Расчет стальной башни // Научный альманах. 2019. № 12-3 (62). С. 21–25.
8. Ключникова О.Н., Колегова Л.Ю. Сравнительный анализ поведения стальной решетчатой башни в ветровом потоке // Южно-Сибирский научный вестник. 2013. № 1 (3). С. 87–89.
9. Самохвалов И.А., Трянина Н.Ю., Облетов Е.Н. Напряженно-деформированное состояние стальной башни с учетом коррозионных повреждений элементов и соединений // Промышленное и гражданское строительство. 2024. № 5. С. 54–60. DOI: 10.33622/0869-7019.2024.05.54-60.

10. Бикбулатова Г.Г., Искарёв Н.А., Рузанов Д.А. Геодезический мониторинг вертикальности прожекторных мачт // *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2024. № 2 (37).

11. Токмаков Е.В., Павлов О.В., Манабаев К.К., Павлов М.С., Яковлев А.Н. Наземное лазерное сканирование прожекторной мачты // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2014. Т. 57, № 9/3. С. 243–246.

12. Токмаков Е.В., Павлов О.В. Технология наземного лазерного сканирования при контроле вертикальности прожекторных мачт // *Современные техника и технологии: сборник докладов XX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14–18 апреля 2014 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет*. Том 3. Томск, 2014. С. 107–108.

13. Демшин С.В., Тетушкин С.С. Исследование расчетной динамической модели строительной конструкции на свайном фундаменте при сейсмических воздействиях // *Фундаменты*. 2024. № 1. С. 4–6.

14. Гайсин А.З., Крутяев С.А., Глазачев А.О. Исследование влияния диаметра буронабивной сваи на изменение коэффициента постели при расчете на горизонтальные нагрузки // *Градостроительство и архитектура*. 2019. Т. 9, № 4. С. 11–15. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.2.

REFERENCES

1. Pavlovskiy V.F., Kondra M.P. *Stal'nye bashni (proektirovanie i montazh)* [Steel towers (design and erection)]. Kyiv, Budivél'nik, 1979. 200 p.

2. Rashchepkina S.A., Kotelnikova T.O., Rashchepkin S.V. About the optimal design of steel tower. *Vestnik KRSU* [Bulletin of KRSU], 2019, vol. 19, no. 12, pp. 157–162. (in Russian)

3. Golikov A.V., Veremeev D.V. Generalized principles of layout and dimensioning of trihedral lattice towers. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2023, iss. 1, pp. 14–32. (in Russian)

4. Golikov A.V., Mikhál'chónok E.A., Mel'nikova Yu.A. Analysis of the effect of the lattice type on the distribution of forces in the tower. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering Journal of Don], 2019, no 4, p. 53. (in Russian)

5. Savitskiy G.A. *Osnovy rascheta radiomacht. Statika i dinamika* [Basics of radio mast calculation. Statics and dynamics]. Moscow, State Publishing House of Communication and Radio Literature, 1953. 274 p.

6. Popova Y., Akimova E., Rashchepkina S. Specific features of steel tower operation on various loads and impacts. *The Scientific Heritage* [The Scientific Heritage], 2020, no. 57, pp. 53–61. (in Russian) DOI: 10.24412/9215-0365-2020-57-1-53-61

7. Kotelnikova T.O., Rashchepkina S.A. Calculation of steel tower. *Nauchnyj al'manah* [Science Almanac], 2019, no. 12-3(62), pp. 21–25. (in Russian)

8. Klyuchnikova O.N., Kolegova L.Yu. Comparative analysis of the behavior of a steel lattice tower in wind flow. *Juzhno-Sibirskij nauchnyj vestnik* [South-Siberian scientific bulletin], 2013, no. 1(3), pp. 87–89. (in Russian)

9. Samokhvalov I.A., Tryanina N.Yu., Obletov E.N. Stress-strain state of a steel tower taking into account corrosion damage to elements and joints. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil engineering], 2024, no. 5, pp. 54–60. (in Russian) DOI: 10.33622/0869-7019.2024.05.54-60

10. Bikbulatova G.G., Iskarev N.A., Ruzanov D.A. Geodetic monitoring of the verticality of searchlight masts. *Elektronnyy nauchno-metodicheskiy zhurnal Omskogo GAU* [Electronic scientific and methodological journal of Omsk GAU], 2024, no. 2(37). (in Russian)

11. Tokmakov E.V., Pavlov O.V., Manabaev K.K., Pavlov M.S., Yakovlev A.N. Terrestrial laser scanning of lighting mast. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika* [News of higher educational institutions. Physics], 2014, vol. 57, no. 9/3, pp. 243–246 (in Russian)

12. Tokmakov E.V., Pavlov O.V. Technology of ground-based laser scanning during vertical control of floodlight masts. *Sovremennye tehnika i tehnologii: sbornik dokladov XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tomsk, 14–18 aprelja 2014 goda* [Modern techniques and technologies: a collection of reports of the XX International Scientific and Practical Conference of students, graduate students and young scientists, Tomsk, April 14–18, 2014]. Tomsk. National Research Tomsk Polytechnic University. V. 3, 2014, pp. 107–108. (In Russian).

13. Demishin S.V., Tetushkin S.S. Study of the calculation dynamic model of a building structure on a pile foundation under seismic impacts. *Fundamenty* [Bases], 2024, no. 1. pp. 4–6 (in Russian)

14. Gaisin A.Z., Krutyaev S.A., Glazachev A.O. Study of the Influence of a Bored Pile Diameter on Change of Coefficient of Subgrade Reaction at Calculation for Horizontal Loads. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 4, pp. 11–15. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.2

Об авторах:

ШИРОКОВ Вячеслав Сергеевич

кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры металлических
и деревянных конструкций
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ShirokovViacheslav@gmail.com

SHIROKOV Viacheslav S.

PhD in Engineerig Sciences, Senior Lecturer
of the Metal and Wood Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: ShirokovViacheslav@gmail.com

ЛЕОНЕНКО Александра Сергеевна

кандидат технических наук, доцент кафедры металли-
ческих и деревянных конструкций
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: leonenko_as@mail.ru

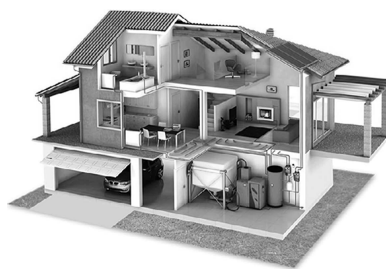
LEONENKO Alexandra S.

PhD in Engineerig Sciences, Associate Professor of the
Metal and Wood Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: leonenko_as@mail.ru

Для цитирования: Широков В.С., Леоненко А.С. Влияние дефектов монтажа и конструктивного исполнения фундамента на напряженно-деформированное состояние стальных прожекторных опор // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 23–29. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.03.

For citation: Shirokov V.S., Leonenko A.S. Influence of assembly defects and foundation construction on the stress-strain state of steel lighting masts. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 23–29. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.03.

Принята: 13.03.2025 г.



Д. В. ЗЕЛЕНЦОВ
С. В. КРАШЕНИННИКОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРСУНКИ КАМЕРЫ СМЕШЕНИЯ КОНДИЦИОНЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ

DETERMINING THE MAIN CHARACTERISTICS OF AN AIR CONDITIONER
MIXING CHAMBER NOZZLE USING CFD-MODELING

В работе представлены результаты определения основных характеристик форсунки камеры смешения (оросительной камеры) кондиционера с использованием метода вычислительной гидрогазодинамики – CFD-моделирования. Для определения основных характеристик форсунки были проведены численные исследования в программном продукте ANSYS Fluent. Для моделирования движения жидкости в камере смешения форсунки применялся метод объема жидкости (метод Эйлера) Volume of Fluid (VOF). В качестве объекта исследования рассмотрена центробежная форсунка кондиционера. Определены ее параметры – расходная характеристика и угол раскрытия жидкостного факела. Получено хорошее соответствие расчетных параметров и экспериментальных данных, представленных в литературных источниках.

Ключевые слова: кондиционер, камера орошения, центробежная форсунка, расходная характеристика, распыливание, экспериментальное исследование, CFD-моделирование, ANSYS

The paper presents the results of determining the main characteristics of the air conditioner mixing chamber nozzle using the computational fluid dynamics (CFD) modeling method. To determine the main characteristics of the nozzle, numerical studies were carried out in the ANSYS Fluent software product. To simulate the fluid flow in the volume of the mixing chamber, the Euler approach was used – the Volume of Fluid (VOF) method. The centrifugal air conditioner nozzle was considered as the object of study. Its parameters were determined – the flow characteristic and the opening angle of the liquid torch. Good agreement was obtained between the calculated parameters and the experimental data presented in the literature.

Keywords: air conditioner, mixing chamber, centrifugal nozzle, flow characteristic, atomization, experimental study, CFD modeling, ANSYS

Применение систем адиабатического охлаждения воздуха – одно из направлений обеспечения энергоэффективности промышленного производства [1–5]. Процесс адиабатического охлаждения заключается во взаимодействии капельной жидкости (воды) с воздушной средой. Повышение эффективности адиабатического охлаждения определяется, в числе прочего, качеством механического распыла жидкости (смешения воздуха и водяного пара) в камере орошения кондицио-

нера, обеспечивающего потребную площадь поверхности жидкости для ее испарения.

Одним из способов механического распыливания жидкости является применение центробежных форсунок. К центробежным форсункам в камерах смешения кондиционеров предъявляются требования по расходной характеристике, связанные с ограничениями уровней входного давления, и углу раскрытия жидкостного факела, необходимого для эф-

фективного заполнения камеры смешения водовоздушным аэрозолем. Экспериментальное определение характеристик форсунки требует использования дорогостоящих испытательных стендов, изготовления и доработки натурных образцов. Поэтому на этапе проектирования желательнее применение расчетных методов. В настоящее время CFD-моделирование позволяет определить основные характеристики форсунки, но требует валидации результатов. Целью данной работы является сравнение результатов численного и натурального экспериментов.

В работе [6] представлено экспериментальное исследование ряда центробежных форсунок оросительных камер промышленных кондиционеров (рис. 1).

Геометрические параметры центробежной форсунки, использованной для сравнения численного и натурального экспериментов, следующие:

- радиус сопла – 2,25 мм;
- средний радиус захода шнека – 12,00 мм;
- количество заходов шнека – 3;
- ширина винтового канала – 3,80 мм;
- глубина винтового канала – 4,00 мм;
- угол наклона шнека – 75°.

На рис. 2 показана геометрия расчетной модели. Особенностью расчетной модели является присоединенный объем на выходе сопла форсунки. Применение присоединенного объема позволяет получить параметры жидкостного факела. В области высоких градиентов параметров жидкостной струи для уменьшения размеров элементов сетки в модель включено вспомогательное тело.

На рис. 3 показана сеточная модель расчетной области. Объем сетки составляет 1,5 млн. ячеек. Параметры сетки модели следующие:

- размерность модели – трехмерная;
- тип сетки – гексаэдральная с многогранными призматическими слоями, соединенными через полиэдральный буферный слой;
- количество ячеек – 1,5 млн. шт.;
- высота первого пристеночного призматического слоя – 0,05 мм;
- минимальное количество пристеночных призматических слоев – 5 шт.;
- максимальный коэффициент роста высоты пристеночных слоев – 1,2;
- минимальный размер ячейки – 0,25 мм;
- максимальный размер ячейки – 2 мм;
- ортогональное качество ячеек:
 - минимальное – 0,15;
 - максимальное – 1,00.

Для определения основных характеристик центробежной форсунки были проведены численные исследования в программном продукте ANSYS Fluent [7].

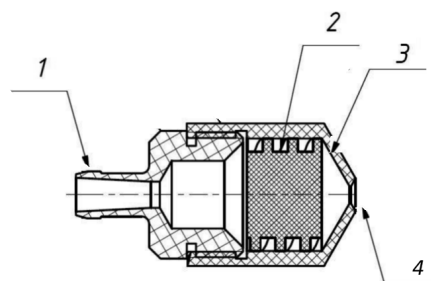


Рис. 1. Центробежная форсунка:
1 – входной патрубок; 2 – шнековый завихритель;
3 – камера закручивания; 4 – выходное сопло

Fig. 1. Centrifugal nozzle:
1 – inlet nozzle; 2 – screw swirler;
3 – twist chamber; 4 – outlet nozzle

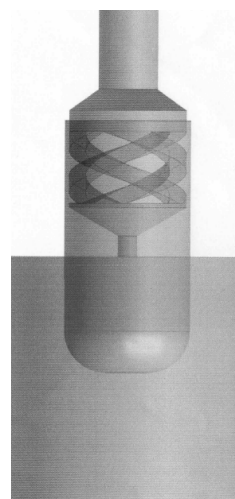


Рис. 2. Геометрия расчетной модели
Fig. 2. Simulation Model Geometry

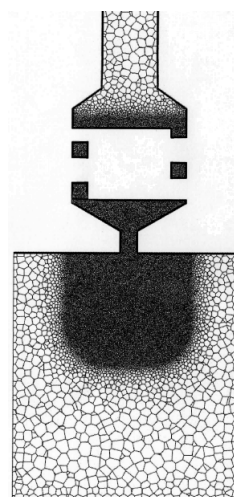


Рис. 3. Сеточная модель расчетной области
Fig. 3. Grid model of the calculation area

Для моделирования движения жидкости в камере смешения форсунки применялся метод объема жидкости (метод Эйлера) Volume of Fluid (VOF) [8]. В качестве параметра, отражающего картину двухфазного течения, здесь применяется параметр объемной доли жидкости в ячейке C (если $C = 1$, то ячейка заполнена жидкостью, если $C = 0$, то ячейка заполнена газом). Граница раздела – ячейка с параметром $C = 0,5$.

При расчете использована модель турбулентности « k - ω SST». Расчет проводился с использованием пространственной дискретизации Compressive, которая обеспечивает наибольшую

устойчивость расчета и сходимость по балансам масс и локальным значениям параметров потока. Сходимость расчета определялась по уровням невязок, балансам масс на входе и выходе модели, локальным значениям параметров потока.

Результаты представлены на рис. 4–8. На рис. 4 показано распределение полного давления в миделевом сечении расчетной модели; на рис. 5–7 – распределения абсолютной, осевой и тангенциальной скоростей в миделевом сечении расчетной модели.

На рис. 8 показано распределение относительной концентрации жидкости в миделевом

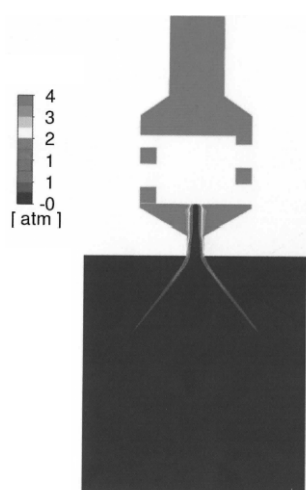


Рис. 4. Распределение полного давления
Fig. 4. Total pressure distribution

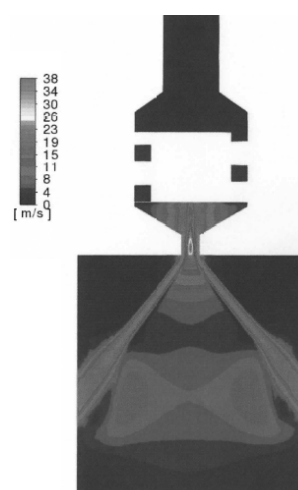


Рис. 5. Распределение абсолютной скорости потока
Fig. 5. Absolute flow rate distribution

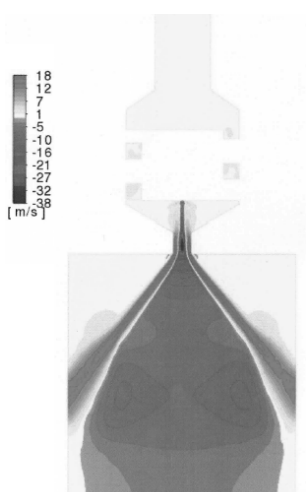


Рис. 6. Распределение осевой составляющей скорости потока
Fig. 6. Distribution of axial component of flow velocity

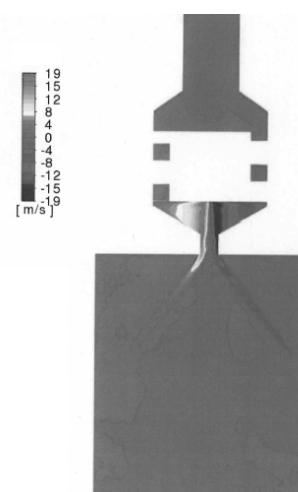


Рис. 7. Распределение тангенциальной составляющей скорости потока
Fig. 7. Distribution of tangential component of flow velocity

сечении расчетной модели. Угол раскрытия жидкостного факела расчетной модели составляет $76,6^\circ$ для всех режимов. В случае натурного эксперимента изменение угла раскрытия жидкостного факела составляет $75\text{--}78^\circ$ в рассмотренном диапазоне режимов работы центробежной форсунки. Из сравнения результатов расчетного и натурного экспериментов можно заключить, что CFD-моделирование с высокой степенью достоверности отражает течение в исследуемой форсунке.

Расходная характеристика также является одной из основных для форсунки. В частности, она позволяет определить зависимость коэффициента расхода форсунки μ_ϕ от режимных параметров. Расход воды G_B в натурном эксперименте определен весовым методом [6], в численном эксперименте этот параметр определен в постпроцессоре *ANSYS Fluent*.

Коэффициент расхода форсунки определяется соотношением

$$\mu_\phi = \frac{G_B}{G_{B,ид.}}$$

где $G_{B,ид.} = F_c \sqrt{2 \cdot \rho_B \cdot \Delta P}$ – идеальный расход воды через форсунку,

здесь F_c – площадь сопла форсунки; ρ_B – плотность воды; ΔP – перепад давления на форсунке.

На рис. 9 показана расходная характеристика исследуемого варианта форсунки, вычисленная весовым методом в натурном эксперименте [6], и расходная характеристика форсунки из CFD-моделирования.

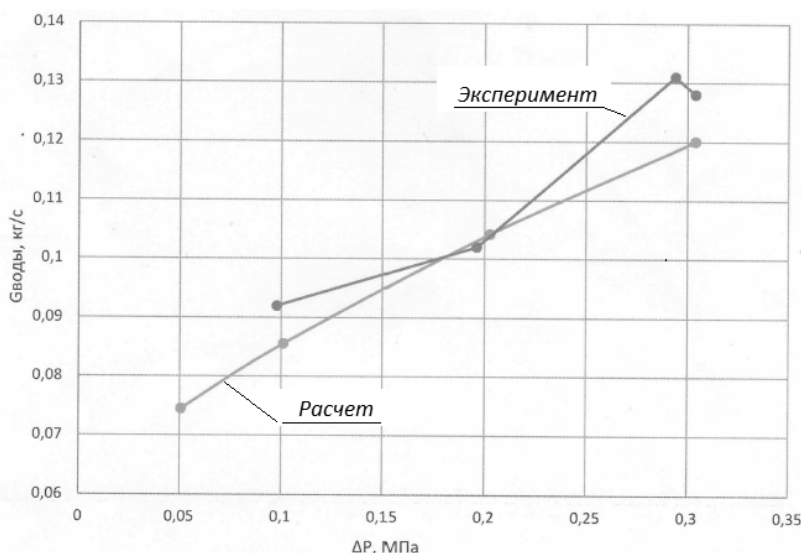


Рис. 9. Расходная характеристика форсунки

Fig. 9. Nozzle flow characteristic

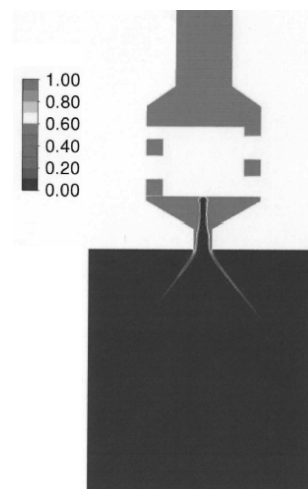


Рис. 8. Распределение относительной концентрации жидкости

Fig. 8. Distribution of relative fluid concentration

Результаты определения значений идеального расхода воды и коэффициента расхода форсунки представлены ниже. В табл. 1 приведены результаты определения коэффициента расхода форсунки в натурном эксперименте [6], в табл. 2 – результаты определения коэффициента расхода форсунки в CFD-моделировании.

Сравнение результатов натурного и численного экспериментов приведено на рис. 10. Заметна хорошая сходимость результатов натурного и численного экспериментов.

Таблица 1. Значения режимных параметров форсунки в натурном эксперименте
Table 1. Values of operating parameters of the nozzle in the field experiment

ΔP , МПа	G_B , кг/с	$G_{B.ИД.}$, кг/с	μ_Φ
0,098	0,092	0,223	0,413
0,196	0,102	0,315	0,324
0,294	0,131	0,386	0,340
0,304	0,128	0,392	0,326

Таблица 2. Значения режимных параметров форсунки в численном эксперименте
Table 2. Values of operating parameters of nozzle in numerical experiment

ΔP , МПа	G_B , кг/с	$G_{B.ИД.}$, кг/с	μ_Φ
0,051	0,074	0,160	0,465
0,101	0,086	0,226	0,378
0,203	0,104	0,320	0,325
0,304	0,120	0,392	0,306

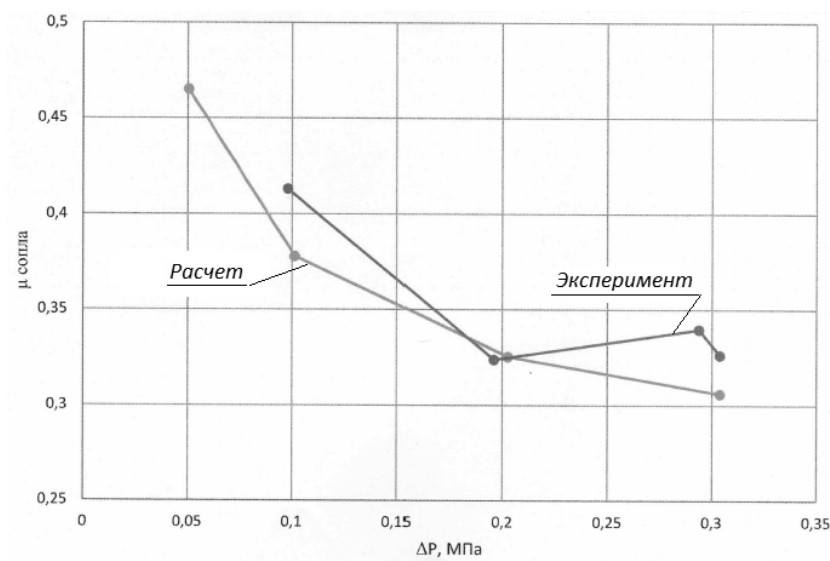


Рис. 10. Коэффициент расхода форсунки в натурном и численном экспериментах
Fig. 10. Nozzle flow coefficient in full-scale and numerical experiments

Выводы. Проведено исследование характеристик течения жидкости (воды) через центробежную форсунку оросительной камеры промышленных кондиционеров с использованием численного моделирования. По результатам работы можно заключить, что для угла раскрытия жидкостного факела расхождение резуль-

татов натурного и численного экспериментов не превышает 2,1 %. Результаты определения коэффициента расхода форсунки натурного и численного экспериментов, как видно из проведенного исследования, соответствуют как качественно, так и количественно. Следовательно, CFD-моделирование обладает хорошей про-

гностической способностью при проектировании центробежных форсунок оросительной камеры (камеры смешения) промышленных кондиционеров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2005. 400 с.
2. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. М.: Стройиздат, 1985. 367 с.
3. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. М.: Евроклимат, 2006. 639 с.
4. Едуков Д.А., Сайманова О.Г., Едуков В.А. Исследование энергоэффективности системы кондиционирования воздуха с вторичным охлаждающим контуром // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1. С. 67–73. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.9
5. Ярцев Д.С., Цынаева А.А. Исследование работы систем вентиляции и кондиционирования торгового центра // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 3. С. 63–73. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.9
6. Шальнов С.А. Повышение эффективности теплообменных аппаратов / ТГУ. Тольятти, 2018. 92 с.
7. Ansys Fluent. Release 2021 R2. Help System. Fluent help, user manual, 22.3.13. Using the VOF-to-DPM model transition for dispersion of liquid in gas [Электронный ресурс]. URL: https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/ug/main_pre.htm (дата обращения: 20.02.2025).
8. Hirt C.W., Nichols B.D. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries. Journal of Computational Physics. 1981. V. 39. I. 1. P. 201–225.

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: tgvsamgtu.ru

КРАШЕНИННИКОВ Сергей Всеволодович

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: tgvsamgtu.ru

REFERENCES

1. Stefanov E.V. *Ventiljacija i kondicionirovanie vazduha* [Ventilation and air conditioning]. St. Petersburg, AVOK North-West, 2005. 400 p.
2. Bogoslovsky V.N., Kokorin O.Ya., Petrov L.V. *Kondicionirovanie vozduha i holodosnabzhenie* [Air conditioning and cold supply]. Moscow, Stroyizdat, 1985. 367 p.
3. Belova E.M. *Central'nye sistemy kondicionirovanija vozduha v zdaniyah* [Central air conditioning systems in buildings]. Moscow, Evroclimat, 2006. 639 p.
4. Edukov D.A., Saimanova O.G., Edukov V.A. Energy Efficiency Study of the System Air Conditioning with Secondary Cooling Circuit. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 67–73. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.9
5. Yartsev D.S., Tsynaeva A.A. Study of the Ventilation and Air Conditioning System of the Shopping Mall. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 63–73. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.9
6. Shalnov S.A. *Povyshenie jeffektivnosti teploobmennyyh apparatov* [Improving the efficiency of heat exchangers]. TGU, Togliatti, 2018. 92 p.
7. Ansys Fluent. Release 2021 R2. Help System. Fluent help, user manual, 22.3.13. Using the VOF-to-DPM model transition for dispersion of liquid in gas. Available at: https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/ug/main_pre.htm (accessed 20 February 2025).
8. Hirt C.W., Nichols B.D. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries. Journal of Computational Physics. 1981. V. 39. I. 1. P. 201–225.

ZELENTSOV Danila V.

PhD in 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: tgvsamgtu.ru

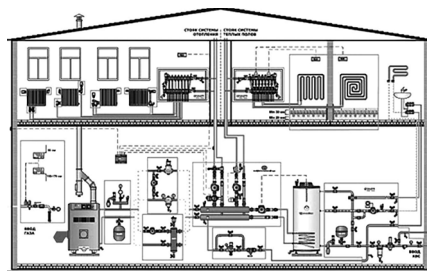
KRASHENINNIKOV Sergey V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: tgvsamgtu.ru

Для цитирования: Зеленцов Д.В., Крашенинников С.В. Определение основных характеристик форсунки камеры смешения кондиционера с использованием CFD-моделирования // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 30–35. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.04.

For citation: Zelentsov D.V., Krasheninnikov S.V. Determining the main characteristics of an air conditioner mixing chamber nozzle using CFD-modeling. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 30–35. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.04.

Принята: 03.06.2025 г.



Д. А. БУТКО
С. А. МОРОЗОВ

ОШИБКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАЛЫХ И СВЕРХМАЛЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО ИСПОЛНЕНИЯ, ИХ РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

ERRORS IN THE DESIGN OF SMALL AND ULTRA-SMALL WASTE
WATER TREATMENT PLANTS OF NORTHERN DESIGN, THEIR
CALCULATION AND ANALYSIS OF THE RESULTS OBTAINED

Произведен расчет действующей станции канализационных очистных сооружений (КОС) северного исполнения на основании экспериментальных данных, включающих в себя результаты лабораторных исследований, проектные характеристики и измерения гидравлических параметров. Расчет выполнен по математическим моделям НИИ ВОДГЕО/СамГТУ и СНиП 2.04.03-85. Выявлены заниженные объемы емкостного оборудования станции на этапе проектирования, что в дальнейшем повлекло ненормативное качество очистки сточных вод. Проанализирован расчет станции и эксплуатационных параметров. По итогу проведенного исследования возникли основания для проведения реконструкции КОС по дооснащению станции денитрификатором и увеличением зоны аэрации.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, биологическая очистка, математическая модель НИИ ВОДГЕО/СамГТУ, ферментативная кинетика, материальный баланс

В настоящее время наблюдается увеличение спроса на разработку и реализацию проектов малых и сверхмалых канализационных очистных сооружений (КОС) северного исполнения наряду с освоением месторождений полезных ископаемых в северных широтах нашей страны [1, 2]. По причине малого количества поступающих сточных вод на очистные сооружения не предусматривается требуемое ко-

The calculation of the current station of sewage treatment plants of the Northern was carried out on the basis of experimental data, including the results of laboratory studies of design characteristics and measurements of hydraulic parameters. The calculation was performed using mathematical models of the SRI VODGEO/SamSTU and SNiP 2.04.03-85. The calculation of the station and operational parameters is analyzed. Underestimated volumes of the station capacitive equipment were revealed at the design stage, which later led to an abnormal quality of waste water treatment. As a result of the conducted research, there were grounds for the reconstruction of the WWTP to equip the station with a denitrifier and increase the aeration zone.

Keywords: Waste water treatment plants, biological treatment, mathematical model SRI VODGEO/SamSTU, enzymatic kinetics, material balance

личество инженеров-технологов и персонала лаборатории, не учитывается необходимость равномерного распределения гидравлической нагрузки на сооружения, а также если учитывать неправильный расчет канализационных сооружений на этапе реализации проекта, – всё это приводит к ненормативному качеству очистки сточных вод и загрязнению окружающей среды [3–5].

Экспериментальные исследования проводились на станции биологической очистки КСкомплекс-100 вахтового жилого комплекса, расположенного в северных широтах Красноярского края. Расчет сооружений биологической очистки выполнен по методикам НИИ ВОДГЕО/СамГТУ [6] и СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (далее – СНиП, утратил силу), используемым при проектировании станции. Разница данных методик заключается в том, что в первой используются уравнения ферментативной кинетики, описывающие скорость биохимических процессов с окислением органических соединений и удалением азота и фосфора, а во второй предусмотрен расчет аэротенков с помощью уравнений ферментативной кинетики только на аэробное окисление органических соединений. Актуальность методики НИИ ВОДГЕО/СамГТУ объясняется также тем, что она учитывает в своем расчете аэробный возраст активного ила и скорость процесса нитрификации [7].

Данная станция классифицируется как сверхмалая в соответствии с приложением 1 постановления Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1430 «Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водотведения поселений или городских округов», так как при объеме аэротенка в $17,6 \text{ м}^3$ фактическая производительность составляет $26,5 \text{ м}^3/\text{сут}$, а не $110 \text{ м}^3/\text{сут}$, предусмотренных проектом.

Исследования являются актуальными для малых и сверхмалых КОС по причине отсутствия расчетов для сооружений такого типа и специфики неравномерного расхода и концентраций.

Целью исследовательской работы является подтверждение эксплуатационных характеристик математическим расчетом для сооружений с аналогичными эксплуатационными параметрами, получение исходных данных для реконструкции.

Проектные решения для канализационных сооружений разработаны в 2008 году. В соответствии с паспортом сооружений качество очистки должно удовлетворять требованиям к поверхностным водам рыбохозяйственного значения. Конструкция станции КОС является блочно-модульного исполнения и имеет следующие рабочие узлы: узел механической и биологической очистки, узел накопления и обработки осадка, установка обеззараживания и удаления фосфатов при помощи коагулянта (рис. 1) [8]. Конструктивными недоработками применяемой схемы очистки является отсутствие денитрификатора и установки дозирования раствора кальцинированной соды.

Показатели качества неочищенных и очищенных сточных вод, принятые для проектного расчета по СНиПу, представлены в табл. 1 при гидравлических характеристиках: среднесуточный расход 95 м^3 , максимальная нагрузка 110 м^3 , среднечасовой расход $3,95\text{--}4,6 \text{ м}^3$.

На канализационных сооружениях исследования выполнялись в течение двух месяцев с июля по сентябрь 2023 года, при этом производилась настройка подачи воздуха от воздуходувки, корректировка дозирования кальцинированной соды, регулирование расхода сточных вод из усреднительной емкости в течение суток для обеспечения максимально глубокой очистки сточных вод, в результате чего была обеспечена равномерная подача сточных вод на очистку $4,13 \text{ м}^3/\text{ч}$ в период с 5.00 до 2.00 следующих суток, с 2.00 до 5.00 подача не осуществлялась по причине отсутствия поступления сточных вод от потребителей снижения уровня в усреднителе до минимального.

Коагулянт Аква-Аурат 30, который в соответствии с проектным решением должен был применяться для удаления фосфатов, не использовался ввиду его отсутствия на объекте. В связи с этим минимальная расчетная концентрация при биологическом удалении фосфора общего в очищенной воде принята в количестве $1 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

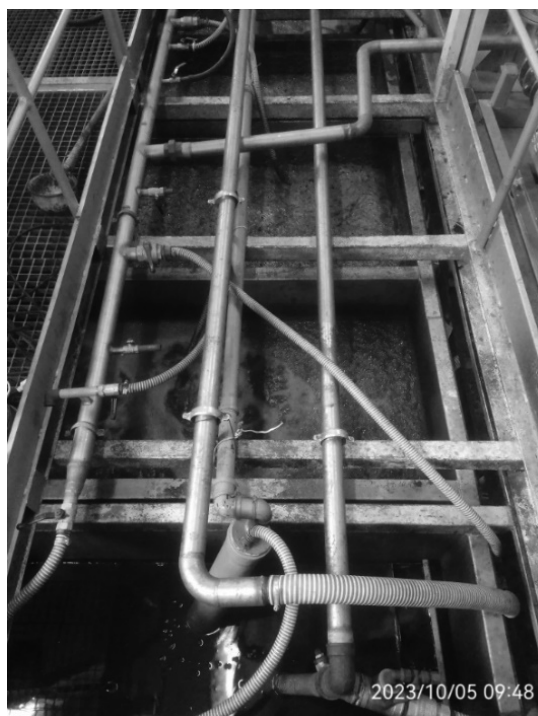


Рис. 1. Состояние поверхности «зеркала» аэротенка в период исследований

Fig. 1. Condition of aerotank "mirror" surface during the research period

В соответствии с проектным решением показатели качества очистки сточных вод должны снижаться следующим образом:

- БПК_{полн} с 260 до 3 мгО₂/дм³;
- взвешенные вещества с 260 до 3 мг/дм³;
- фосфор фосфатов с 4,3 до 0,065 мг/дм³;
- азот аммонийный с 32 до 0,4 мг/дм³;
- азот нитратный в процессе денитрификации не более 9,1 мг/дм³.

Контроль химических показателей осуществлялся в производственной лаборатории: аммоний-ион, нитриты, нитраты, фосфаты, взвешенные вещества, масса ила, за исключением показателей ХПК, БПК_{полн}, АСПАВ, измерения которых выполнялись в аккредитованной лаборатории г. Красноярск. По окончании исследований и произведенных корректировок технологического режима достигнуто максимально возможное качество очистки сточных вод, результаты представлены в табл. 1 [9].

Данные, используемые в расчетах, приняты по факту эксплуатации станции КОС и результатов исследований в производственной лаборатории:

- максимальный расход – 110 м³/сут;
- среднесуточный расход – 95 м³;
- расход активного ила от Н 2.1 вторичного отстойника – 2,6 м³/ч;
- расход активного ила из вторичного отстойника при помощи эрлифта – 0,64 м³/ч;
- суммарный рециркуляционный расход – 3,24 м³/ч;
- объем усреднителя – 40 м³;
- объем первичного отстойника – 9,1 м³;
- объем биореактора аэротенка – 17,6 м³;
- высота биореактора аэротенка – 2,385 м;
- доза активного ила в аэротенке – 2,46 г/л;
- иловый индекс – 106 мл/г;
- минимальная температура иловой смеси в зимний и летний периоды – +20/+25 °С;
- концентрация растворенного кислорода в аэробной зоне – не менее 2 мг/л.

Широкий перечень констант и коэффициентов, применяемых при расчете по методикам, был принят в соответствии с типом сточных вод, условиями протекающих процессов, требованиями к качеству очистки сточных вод [5]. Приведем некоторые из них:

- коэффициент прироста ила K_g – 0,3 г сухого вещества на 1 г окисленного БПК_{полн};
- содержание азота в активном иле – 80 мг/г;
- коэффициент K_v , учитывающий тип аэратора и принимаемый для мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей, – 2,3;
- коэффициент K_2 при глубине погружения аэраторов h_a – 2,2 м – 1,6;

- коэффициент K_3 качества воды, принимаемый для городских сточных вод, – 0,85;

при J_{amin} при $h_a = 2,2$ м – 7 м³/м²·ч;

- доза активного ила – 3 г/л;

- зольность – 0,25;

- иловый индекс – 120 мг/л.

Кинетические константы и коэффициенты приводятся в табл. 2.

Для расчета по методике СНиПа приняты константы и коэффициенты, равные используемым в методике НИИ ВОДГЕО/СамГТУ.

По той причине, что технологическая схема станции представлена следующим порядком узлов оборудования: усреднитель – первичный отстойник – аэротенк (вытеснитель) – вторичный отстойник и с учетом п. 6.141 СНиПа: при БПК_{полн} поступающей в аэротенки сточной воды более 150 мгО₂/дм³, необходимо предусматривать регенератор активного ила и расчет приводить по двум методикам «Аэротенк-вытеснитель без регенератора» и «Аэротенк-вытеснитель с регенератором».

В табл. 3 представлено сравнение результатов расчетов и эксплуатационных параметров.

Принимая во внимание максимальную гидравлическую нагрузку до 110 м³/сут, можно утверждать, что в период исследований станция эксплуатировалась под нагрузкой, предусмотренной проектом, но при расчете по методике НИИ ВОДГЕО/СамГТУ получено значение, свидетельствующее о том, что расход не должен составлять более 26,5 м³/сут.

При расчете по исходной методике СНиПа, приведенной в документе, получена величина объема аэротенка 21,7 м³, близкая к проектной 20 м³ (4,1×1,8×2,7 (h) м), фактический же объем аэротенка 17,6 м³ по рабочему уровню жидкости в аэротенке 2,385 м. Следовательно, утверждение, представленное в проекте на станцию КСкомплект-100 о том, что расчет выполнен по СНиПу, соответствует действительности. В свою очередь объемы аэротенков, полученные по методикам НИИ ВОДГЕО/СамГТУ и СНиПа (для аэротенка без регенератора) при актуальных на сегодняшний день константах и коэффициентах 72 и 121 м³ соответственно, подтверждают факт о значительно приуменьшенном объеме аэротенка, заложенном в проекте [10]. Точность расчета аэротенка по методике НИИ ВОДГЕО/СамГТУ определяется установлением лимитирующего процесса окисления органических веществ или нитрификации; для КСкомплект-100 $T_{БПКполн}$ составило 15,91 ч и было принято к расчету, так как это больше значения $T_{нитрификации}$ 12,69 ч.

По результатам лабораторных исследований показателей качества очищенных сточных

вод наблюдались превышения норматива допустимого сброса (см. табл. 1):

- БПК_{полн.} в 36 раз;
- ХПК в 14 раз;
- взвешенные вещества в 8,76 раза;
- азот аммонийный в 34,6 раза;
- азот нитритов в 170 раз;
- азот нитратов в 4,89 раза;
- фосфор фосфатов в 4,05 раза.

Высокое содержание нитратов, в свою очередь, объясняется отсутствием в схеме очистки денитрификатора (см. табл. 1).

Проведение реконструкции за счет увеличения биомассы и повышения окислительной способности сооружений без увеличения объема аэротенка и применения в качестве способа илоразделения мембранной технологии не представляется возможным из-за санкционной

политики и сложности приобретения мембранных биореакторов.

Проектной схемой не заложена установка дозирования раствора кальцинированной соды, в результате чего его подача в систему осуществлялась ручным способом.

В соответствии с п. 9.2.5.7 СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» расчетное количество алюминия 1,3 кг на 1 кг осажденного фосфора для снижения концентрации последнего в очищенной воде составляет менее 1 мг/дм³, соответственно для снижения концентрации фосфора с 1 до 0,05 мг/дм³ потребуется 4,65 мг/дм³ по Al₂O₃ и на каждый превышающий 1 мг фосфора 4,89 мг Al₂O₃ или 16,3 мг товарного продукта Аква-Аурат 30.

Таблица 1. Показатели качества поступающих и очищенных сточных вод на 23.09.2023

Table 1. Quality indicators of incoming and treated wastewater at the 23.09.2023

Показатель	Ед. изм.	Неочищенная сточная вода	Сточная вода после очистки	Требования к биологически очищенной воде
БПК _{полн.}	мгО ₂ /дм ³	370	108	3
ХПК	мгО/дм ³	720	210	15
Взвешенные вещества	мг/дм ³	335	46	5,25
Азот аммонийный	мг/дм ³	51,4	13,5	0,39
Азот нитритов	мг/дм ³	0	3,4	0,02
Азот нитратов	мг/дм ³	2,3	44,5	9,1
Фосфор фосфатов	мг/дм ³	5,18	4,05	1
Водородный показатель pH	ед.	7,6	6,8	6,5-8,5

Таблица 2. Значения кинетических констант и коэффициентов (при t = 20 °C, C₀ = 2 мг/л)

Table 2. Kinetic constants and coefficients (t = 20 °C, C₀ = 2 mg/l)

Показатель	Ед. изм.	Окисление органических веществ	Нитрификация
Максимальная скорость окисления $\rho_{\max}$	мг/(г·ч)	20,6	3,39
Константа Михаэлиса K_m	мг/л	7	0,35
Константа торможения α	-	-	55
Коэффициент ингибирования продуктами метаболизма φ	л/г	0,07	0,07
Температурная константа χ	град ⁻¹	0,09	0,096
Кислородная константа K_0	мг/л	0,625	0,625
Удельный расход БПК на удаление фосфора $K_{\text{БПК/Р}}$	мг/мг	15	-

Таблица 3. Расчетные и эксплуатационные параметры КСкомплект-100СФ
Table 3. Design and operating parameters of KSkomplekt-100SF

Параметры очистных сооружений	Ед. изм.	Факт. рабочие хар-ки	Расчетные значения по действующим расходам			Расчет по проектным загрязнениям, табл. 1
			НИИ ВОДГЕО/ СамГТУ	СНиП «АТ-Р»*	СНиП «АТ+Р»**	СНиП «АТ-Р», коэф-ты и конст-ты, 1985 г.
Максимальный суточный расход	м³	110	110	110	110	110
Среднесуточный расход	м³	95	95	95	95	95
Анаэробный рецикл	ед.	Не предусмотрен	1	-	-	-
Рецикл активного ила из вторичного отстойника	ед.	4,1	0,56	0,56	0,56	0,56
Нитратный рецикл	ед.	Не предусмотрен	3,1	-	-	-
Объем анаэробной зоны	м³	Отс.	9	-	-	-
Объем аноксидной зоны	м³	Отс.	18	-	-	-
Объем аэробной зоны	м³	17,6	72	121,5	19,6 + 323 м³ регенератор	21,7
Аэробный возраст активного ила	сут	4,24	17,82	-	-	-
Общий возраст активного ила	сут	-	24,46	-	-	-
Расход воздуха	м³/ч	235	51,66	88	88	88
Доза коагулянта Аква-Аурат 30 по Al ₂ O ₃ для удаления фосфора	мг/дм³	-	4,89	-	-	-
Масса избыточного активного ила по сухому веществу	кг/сут	Отс.	13,49	40,9	40,9	8,75

«АТ-Р»** – аэротенк-вытеснитель без регенератора;
«АТ+Р»* – аэротенк-вытеснитель с регенератором.

Выводы

1. На этапе проектирования станции КОС по фактическим показателям качества очистки при аналогичной производительности установлены следующие причины неудовлетворительной работы канализационных сооружений (см. табл. 1): некорректный расчет биологической очистки, не соответствующий гидравлическим параметрам как на момент строительства станции, так и на момент проведения исследований; неверно используемые показатели загрязняющих веществ при проектном расчете.

2. Объективность расчетов по методике НИИ ВОДГЕО/СамГТУ подтверждена степе-

нью очистки сточных вод, соответствующей требованиям нормативов при реальных значениях расхода 27 м³/сут в периоды низкой заселенности вахтового городка.

3. Установлены многократные превышения показателей качества очищенных сточных вод, свидетельствующие о недостаточном окислении органических веществ, незначительной глубине протекания процессов нитрификации, в частности второй стадии, так как зафиксированы существенные превышения нитритов – в 170 раз и, как следствие, вынос взвешенных веществ, а также высокое содержание фосфора фосфатов.

4. По результатам анализов и режиму работы установлено, что канализационная стан-

ция не может обеспечить требуемое качество очистки сточных вод по показателю нитраты. Для удовлетворения требований по глубине очистки касаясь показателя нитраты потребуется переоснащение станции с заменой функции первичного отстойника на денитрификатор, с соответствующим доукомплектованием перемешивающими устройствами и продлением линии рецикла активного ила из вторичного отстойника.

5. По результатам исследования и произведенных расчетов эксплуатирующей организацией было принято решение о проведении реконструкции (рис. 2). На первом этапе запланировано увеличение зоны аэрации за счет до-

полнения технологической схемы резервуаром объемом 50 м³ и установкой в него аэраторов с подачей воздуха от действующих мощностей воздухоудовок.

6. Для обеспечения необходимого рН [11], понижающегося в процессе нитрификации, дооснастить станцию КОС установкой дозирования подщелачивающего раствора.

7. Табличные константы и коэффициенты, принятые из [5] в соответствии с эксплуатационными параметрами очистных сооружений, показали объективные результаты и могут быть использованы для предварительного расчета малых и сверхмалых КОС, эксплуатируемых в аналогичных условиях.



Рис. 2. Станция КСкомплект-100 до и после начала модернизации
Fig. 2. KSkomplekt-100 station before and after the start of modernization

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов С.А., Серпокрьлов Н.С. Особенности эксплуатации сверхмалых канализационных очистных сооружений северного исполнения с мембранной технологией // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 14–22. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.3.
2. Вялкова Е.И. Извлечение нефтепродуктов из сточных вод природными сорбентами Арктики // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 25–33. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.4.
3. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. М.: Мир, 2004. 480 с.
4. Андреев С.Ю., Степанов С.В., Князев А.А. Новая технология интенсификации работы локальных канализационных очистных сооружений, предусматривающая электроактивационную обработку щелочных технологических растворов // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1.
5. Бутко Д.А. Теоретические аспекты схем обработки осадка // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.01.

6. Степанов С.В. Технологический расчет аэротенков и мембранных биореакторов. М.: Издательство АСВ, 2023. 224 с.
7. Серпокрьлов Н.С., Вильсон Е.В., Долженко Л.А., Саид М.А. Особенности пуска сооружений биологической очистки сточных вод в режимах нитрификации и денитрификации // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 3. С. 55–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.12.
8. Павлинова И.И., Крупский А.С. Совершенствование очистки сточных вод от избыточных соединений фосфора с использованием биотехнологических приемов // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр.-во и архит. 2013. Вып. 31(50). Ч. 2. Строительные науки. С. 519–523.
9. Харькина О.В. Сравнение результатов расчетов аэротенков по моделям НИИ ВОДГЕО / СамГТУ и ASM2d // Водоснабжение и санитарная техника. 2021. № 5. С. 18–29.
10. Серпокрьлов Н.С., Борисова В.Ю., Скибина Е.В. Повышение среднесуточной окислительной способности биоценоза аэротенка // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр.-во и архит. 2011. Вып. 25(44). С. 306–310.
11. Borowa A., Brdys M. A., Mazur K. Modelling of Wastewater Treatment Plant for Monitoring and

Control Purposes by State – Space Wavelet Networks. International Journal of Computers, Communications & Control. 2007. V. II. N. 2. P. 121–131.

REFERENCES

1. Morozov S.A., Serpokrylov N.S. Features of Operation of Ultra-Small Sewage Water Treatment Plants of Northern Design with Membrane Technology. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 14–22. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.3
2. Vialkova E.I. Extraction of Petroleum Products from Wastewater by Natural Sorbents of the Arctic. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 25–33. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.4
3. Henze M, Armoes P, La-Cour-Jansen Y, Arwan E. *Ochistka stochnykh vod. Biologicheskie i himicheskie process* [Wastewater treatment. Biological and chemical processes]. Moscow, MIR, 2004. 480 p.
4. Andreev S.Yu., Stepanov S.V., Knyazev A.A. New Technology of Increasing the Operation of Local Sewage Treatment Facilities, Providing Electric Activation Treatment of Alkaline Process Solutions. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 4–10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1
5. Butko D.A. Theoretical aspects of sludge treatment schemes. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 4–10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.01
6. Stepanov S.V. *Tehnologicheskij raschet ajerotenkov i membrannyh bioreaktorov* [Technological calculation of

aeration tanks and membrane bioreactors]. Moscow, DIA Publishing House, 2023. 224 p.

7. Serpokrylov N.S., Vilson E.V., Dolzhenko L.A., Saiyd M.A. Features of the Start of Biological Wastewater Treatment Facilities in the Modes of Nitrification and Denitrification. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018, vol. 8, no. 3, pp. 55–61. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.12

8. Pavlinova I. I., Krupsky A. S. Improvement of wastewater treatment from excess phosphorus compounds using biotechnological techniques. *Vestnik Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arhit.* [Herald Volgogr. state. architectural-construction University. Ser.: Page and Archit.], 2013, iss. 31(50), pp. 519–523. (in Russian)

9. Kharkina O.V. Comparison of aeration tank calculation results according to the models of NII VODGEO/SamSTU and ASM2d. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water Supply and Sanitary Equipment], 2021, no. 5, pp. 18–29. (in Russian)

10. Serpokrylov N.S., Borisova V.Yu., Skibina E.V. Increase of daily average oxidative capacity of aerotank biocenosis. *Vestnik Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arhit.* [Herald Volgogr. state. architectural-construction University. Ser.: Page and Archit.], 2011, iss. 25(44), pp. 306–310. (in Russian)

11. Borowa A., Brdys M. A., Mazur K. Modelling of Wastewater Treatment Plant for Monitoring and Control Purposes by State – Space Wavelet Networks. International Journal of Computers, Communications & Control. 2007. V. II. N. 2. P. 121–131.

Об авторах:

БУТКО Денис Александрович

доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой водоснабжения
и водоотведения
Донской государственной технической университет
344000, Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
E-mail: Den_111@mail.ru

МОРОЗОВ Степан Александрович

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения
Донской государственной технической университет
344000, Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
E-mail: Stepan.Morozov@inbox.ru

BUTKO Denis Al.

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Water Supply and Sanitation Chair
Don State Technical University
344000, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin sq., 1
E-mail: Den_111@mail.ru

MOROZOV Stepan Al.

Post-graduate student of the Water Supply
and Sanitation Chair
Don State Technical University
344000, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin sq., 1
E-mail: Stepan.Morozov@inbox.ru

Для цитирования: Бутко Д.А., Морозов С.А. Ошибки при проектировании малых и сверхмалых канализационных очистных сооружений северного исполнения, их расчет и анализ полученных результатов // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 36–42. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.05.

For citation: Butko D.A., Morozov S.A. Errors in the design of small and ultra-small waste water treatment plants of northern design, their calculation and analysis of the results obtained. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 36–42. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.05.

Принята: 04.03.2025 г.

А. Н. БУТОВКА
Д. А. КРЕТОВ
Б. В. ПОТАПОВ
Н. Н. РОЩИНА

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ: НА ПРИМЕРЕ ТРУБОПРОВОДОВ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

ANALYTICAL REVIEW OF REGULATORY AND METHODOLOGICAL DOCUMENTS IN THE FIELD OF ASSESSMENT OF THE LIFE CYCLE COST OF OBJECTS: ON THE EXAMPLE OF PIPELINES OF WATER SUPPLY AND SEWAGE NETWORKS

Представлен аналитический обзор российской и зарубежной научно-технической, нормативной, методической литературы, посвященной оценке стоимости жизненного цикла сетей водоснабжения и водоотведения. Рассматриваются подходы по оценке стоимости жизненного цикла (ОСЖЦ) систем водоснабжения и водоотведения в Российской Федерации и в других странах, проводится их сравнение, анализируются различные методические предложения, представленные в научной периодике, направленные на повышение точности методик ОСЖЦ систем водоснабжения и водоотведения. Детализованно рассматривается каждый из этапов жизненного цикла на предмет формирования стоимости в различных методиках. Оценивается возможность внесения дополнений и корректировок в действующую в Российской Федерации методическую базу по ОСЖЦ трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения на основе лучших международных практик и научно-технических предложений.

Ключевые слова: нормативный документ, оценка стоимости жизненного цикла, трубопровод, водоснабжение, водоотведение, канализация, системы водоснабжения и водоотведения

The article presents an analytical review of Russian and foreign scientific, technical, regulatory, and methodological literature devoted to the assessment of the life cycle cost of water supply and sewage networks. The approaches to the life cycle cost assessment of water supply and sewage systems in the Russian Federation and other countries are considered, compared, and various methodological proposals presented in scientific periodicals aimed at improving the accuracy of the life cycle cost assessment methods for water supply and sewage systems are analyzed. Each stage of the life cycle is considered in detail for cost formation in various methods. The possibility of making additions and adjustments to the current methodological base for the life cycle cost assessment of water supply and sewage networks pipelines in the Russian Federation is assessed based on the best international practices and scientific and technical proposals.

Keywords: regulatory document, life cycle cost assessment, pipeline, water supply, drainage, sewerage, water supply and sewage systems

В последние годы отмечается тенденция роста цен на материалы, предназначенные для строительства трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения, а также на услуги по их прокладке и эксплуатации. Это приводит к увеличению затрат на содержание систем водоснабжения и водоотведения, что ложится бременем на бюджеты как государственных, так и частных организаций.

В условиях ограниченных ресурсов управление всеми коммунальными, инфраструктур-

ными и промышленными объектами предполагается реализовать через их контроль и отслеживание на различных стадиях жизненного цикла с помощью оценки стоимости жизненного цикла (ОСЖЦ), а также через обеспечение надежности на всех этапах, так как современные системы водоснабжения и водоотведения должны быть не только экономичными, но надежными и безопасными, а также иметь длительный срок службы. ОСЖЦ позволяет учесть эти критерии при выборе материа-

лов и технологий строительства трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения.

Следует отметить, что в настоящее время активно разрабатываются новые материалы и технологии для строительства трубопроводов, которые могут быть более экономичными и долговечными. ОСЖЦ позволяет объективно оценить потенциал этих инноваций. Однако существующая нормативная база недостаточно полно регулирует вопросы ОСЖЦ трубопроводов.

Основные действующие нормативные документы по ОСЖЦ трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения

Основные определения термина «жизненный цикл» согласно отечественной и зарубежной нормативно-технической базе представлены в табл. 1.

Для анализа стоимости жизненного цикла необходимо определить его основные стадии, которые обеспечат структуру для детального моделирования жизненных циклов системы водоснабжения и водоотведения. Этапы жизненного цикла трубопроводов водоснабжения и водоотведения: планирование и проектирование; строительство; эксплуатация и техническое обслуживание; реконструкция и модернизация; вывод из эксплуатации и утилизация.

1. Планирование и проектирование

Этап планирования и проектирования включает анализ потребностей, выбор трассы трубопровода, расчет гидравлических характеристик, выбор мате-

риалов и оборудования. Важными документами на этом этапе являются СП 31.13330.2021, СП 32.13330.2018 и СП 129.13330.2019.

Основные мероприятия, производимые в рамках этапа:

- определение расчетного расхода воды на основе прогнозируемого потребления воды населением, промышленными предприятиями и другими потребителями;
- выбор оптимальной трассы с учетом рельефа, застроенности и существующих коммуникаций. Учитывается также минимизация воздействия на окружающую среду и необходимость минимизации издержек на строительство и эксплуатацию;
- проведение гидравлических расчетов для обеспечения достаточного давления и пропускной способности трубопровода. Определяются оптимальные диаметры труб, давление и скорости потока воды, чтобы обеспечить надежное и бесперебойное снабжение водой. Эти расчеты важны для предотвращения аварий и минимизации затрат на энергию;
- выбор материалов (чугун, сталь, полиэтилен, поливинилхлорид и др.) [1, 2] и оборудования (запорные клапаны, насосы и т. д.) должен соответствовать специфическим условиям эксплуатации и требованиям стандартов качества;
- учет экологических и санитарных норм.

2. Строительство

На этапе строительства необходимо соблюдение технологий и использование материалов, соответствующих стандартам качества. Основным документом, регламентирующим процесс

Таблица 1. Определения термина «жизненный цикл» в разных нормативных документах
Table 1. Definitions of the term “life cycle” in various regulatory documents

Документ	Определение
Федеральный закон № 384-ФЗ	Период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в т.ч. консервация), эксплуатация (в т. ч. ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения
ГОСТ Р ИСО 14040	Последовательные и взаимосвязанные стадии системы жизненного цикла продукции от приобретения или производства из природных ресурсов или сырья до окончательного размещения в окружающей среде
ГОСТ Р 57193	Развитие системы, продукции, услуги, проекта и т. д. от замысла до списания
ГОСТ Р 57274.2/EN 15643-2	Период, в течение которого осуществляются последовательные взаимосвязанные стадии жизненного цикла рассматриваемого объекта
ГОСТ Р МЭК 60300-3-3	Ряд идентифицируемых стадий существования объекта от концепции и определения до утилизации

строительства трубопроводов водоснабжения и водоотведения, является СП 129.13330.2019.

Основные мероприятия, производимые в рамках этапа:

- проведение земляных работ в соответствии с проектной документацией;
- сборка и монтаж трубопроводов с соблюдением технологических регламентов;
- проведение гидравлических испытаний для проверки герметичности соединений.

3. Эксплуатация и техническое обслуживание

Регулярное техническое обслуживание и правильная эксплуатация являются ключевыми факторами для обеспечения надежности и долговечности трубопроводов. СП 517.1325800.2022 содержит совокупность требований и правил по проведению этих мероприятий. Справочно допускается использование СП 40-102-2000, так как указанный свод правил не является документом по стандартизации в Российской Федерации.

Основные мероприятия, производимые в рамках этапа:

- мониторинг состояния, который включает регулярные проверки состояния трубопровода (обходы и осмотры);
- профилактическая очистка – регулярная очистка трубопроводов от отложений и загрязнений, необходимая для поддержания их пропускной способности и предотвращения коррозии;
- ремонт и замена, которые включают проведение планового и внепланового ремонта, а также замену изношенных участков трубопровода;
- контроль качества воды – регулярные лабораторные анализы качества воды, необходимые для обеспечения соответствия санитарным нормам и требованиям безопасности;
- обучение персонала – регулярное обучение и повышение квалификации персонала, ответственного за эксплуатацию трубопроводов, что позволяет снизить риск аварий и повысить качество обслуживания.

4. Реконструкция и модернизация

Основные мероприятия, производимые в рамках этапа:

- оценка текущего состояния – проведение обследований и диагностики для определения состояния трубопровода и необходимости его реконструкции;
- проектирование реконструкции – разработка проекта реконструкции, включающего использование современных материалов и тех-

нологий, улучшение гидравлических характеристик и повышение энергоэффективности;

- выполнение работ – проведение работ по реконструкции с минимальным вмешательством в функционирование существующей системы. Это может включать замену труб, модернизацию насосных станций, установку новых систем автоматизации и контроля.

5. Вывод из эксплуатации и утилизация

Основные мероприятия, производимые в рамках этапа:

- оценка состояния и принятие решения о демонтаже;
- проведение работ по демонтажу с соблюдением экологических и санитарных норм;
- утилизация материалов с минимальным воздействием на окружающую среду.

Таким образом, жизненный цикл трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения охватывает множество этапов, каждый из которых требует внимательного подхода и соблюдения нормативных требований.

Проведенный авторами настоящей статьи в 2024 году анализ действующей нормативной базы, в частности СП 31.13330.2021, СП 32.13330.2018, СП 129.13330.2019, СП 399.1325800.2018, СП 517.1325800.2022, выявил существенный пробел в области ОЖЦ трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения. Нормативные документы не содержали четких требований к расчету данного показателя, что затрудняло принятие обоснованных инженерных решений и выбор оптимальных вариантов, в том числе при проведении закупок.

Для оценки заявок при проведении закупок одним из критериев выбора является стоимость жизненного цикла. Расчет стоимости жизненного цикла должен производиться с учетом методических рекомендаций.

В табл. 2 представлены определения термина «стоимость жизненного цикла», описанного в различных нормативных документах.

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60300-3-3-2021 «Надежность в технике. Менеджмент надежности. Стоимость жизненного цикла» основная цель определения стоимости жизненного цикла состоит в том, чтобы помочь лицам, принимающим решения, в выборе наиболее подходящих альтернативных вариантов на всех этапах жизненного цикла изделия. Анализ затрат жизненного цикла добавляет ценность, если он помогает в принятии решений.

Обратимся к серии международных стандартов ISO 15686, которые охватывают различные аспекты оценки жизненного цикла зданий

Таблица 2. Определения термина «стоимость жизненного цикла»
в разных нормативных документах
Table 2. Definitions of the term “life cycle cost”
in various regulatory documents

Документ	Определение
ГОСТ Р 53394	Денежное выражение суммарных затрат, связанных с реализацией жизненного цикла изделия
ГОСТ Р 57274.1 (EN 15643-1:2010), ISO 15686-5	Стоимость здания или части строительной конструкции в процессе их жизненного цикла, при условии выполнения технических и функциональных требований
ГОСТ Р 54402	Приведенная (дисконтированная) накопленная сумма всех затрат на специальную деятельность или единицу оборудования в течение жизненного цикла. Примечание – Стоимость жизненного цикла означает сумму всех издержек, связанных с проектом в течение всего срока службы
ГОСТ Р 55654 (ИСО 16813:2006)	Реалистичная оценка стоимости актива (здания или его частей) на конец срока его полезного использования (на протяжении всего жизненного цикла, включающего стоимости предпроектной подготовки, проектирования, приобретения, введения в эксплуатацию, обслуживания и утилизации)
ГОСТ Р 52614.9 (ИСО 15686-1:2011)	Общая стоимость деятельности, процессов или услуг бизнес-кластера или их комбинации в течение его жизненного цикла при выполнении любых требований результативности. Примечание – Стоимость жизненного цикла может включать в себя затраты на планирование, проектирование, приобретение, эксплуатацию, техническое обслуживание и ликвидацию за вычетом остаточной стоимости
ГОСТ Р 70515/ISO/TS 50044:2019	Сумма накопленным итогом всех дисконтированных затрат, возникающих в связи с действием по улучшению энергетических результатов деятельности в течение жизненного цикла указанного действия. Примечание – Для проекта по экономии энергии дисконтированная стоимость жизненного цикла представляет собой сумму всех дисконтированных затрат на действия по улучшению энергетических результатов деятельности (EPIA) с рассмотрением соответствующего срока службы для них
ГОСТ Р МЭК 60300-3-3	Суммарные затраты на объект в течение всего его жизненного цикла

и сооружений. Ключевыми стандартами в этой серии являются:

- ISO 15686-1:2011 «Общие принципы и структура»;
- ISO 15686-5:2017 «Оценка стоимости жизненного цикла».

ISO 15686-5:2017 предлагает методику расчета затрат на протяжении всего жизненного цикла зданий и сооружений, включая сети водоснабжения и водоотведения. Для учета временной стоимости денег используется дисконтирование, позволяющее приводить будущие затраты к текущей стоимости. Анализ чувствительности проводится для оценки влияния изменения ключевых параметров (ставка дискон-

тирования, сроки эксплуатации, изменение затрат) на итоговую стоимость.

Формула для расчета LCC (СЖЦ):

$$LCC = C_{cap} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{op,i}}{(1+r)^i} + \frac{C_{disp}}{(1+r)^n}, \tag{1}$$

где C_{cap} – капитальные затраты (первоначальные инвестиции); $C_{op,i}$ – операционные затраты в год; C_{disp} – затраты на утилизацию; r – ставка дисконтирования; n – срок службы системы.

Британский стандарт BS ISO 15686-5 детализирует методы и процессы, указанные в ISO 15686-5. Он включает в себя более практические

рекомендации и примеры применения. Стандарт применяет те же основные формулы, что и ISO 15686-5, с дополнительными уточнениями по расчету различных типов затрат и методам их дисконтирования. Особое внимание уделяется учету непредвиденных затрат и рисков. BS ISO 15686-5 содержит более детальные примеры расчетов, иллюстрирующие применение методологии оценки стоимости жизненного цикла в реальных проектах.

Методика оценки стоимости жизненного цикла для зданий и сооружений представлена в американском стандарте ASTM E917, разработанном Американским обществом по испытанию материалов (ASTM). Подход ASTM E917 охватывает весь жизненный цикл объекта, включая проектирование, строительство, эксплуатацию, техническое обслуживание и утилизацию, а также методы оценки и учета рисков и неопределенностей, связанных с будущими затратами и изменениями в условиях эксплуатации. Для приведения всех затрат к настоящей стоимости используется дисконтирование. Данный стандарт предоставляет практические примеры и кейс-стади, демонстрирующие применение методологии LCC в различных проектах.

Формула для расчета LCC:

$$LCC = IC + \sum_{i=1}^n \frac{OC_i + MC_i}{(1+d)^i} + \frac{RC}{(1+d)^n}, \quad (2)$$

где IC – начальные капитальные затраты; OC_i – операционные затраты в год; MC_i – затраты на техническое обслуживание в год; RC – затраты на утилизацию; d – ставка дисконтирования; n – срок службы системы.

Британский стандарт BS 8544:2013 предлагает методику оценки затрат на протяжении этапов эксплуатации и технического обслуживания. Документ содержит рекомендации по сбору информации об активах для конкретных результатов оценки стоимости обслуживания, а также по оценке и приоритетизации работ по обслуживанию.

Согласно международному стандарту ISO 21053:2019 «Анализ жизненного цикла и повторное использование труб из чугуна с шаровидным графитом для водоснабжения», устанавливающему требования жизненного цикла труб из ковкого чугуна для водоснабжения, стоимость жизненного цикла включает в себя затраты на приобретение, эксплуатацию, техническое обслуживание и утилизацию.

Формула для расчета:

$$C_L = C_A + C_O + C_M + C_E, \quad (3)$$

где C_A – стоимость приобретения; C_O – эксплуатационные расходы; C_M – стоимость технического обслуживания; C_E – расходы или доходы в конце срока службы.

Подробная разбивка по составляющим представлена на рис. 1.

С 1 июня 2020 г. на территории Российской Федерации действует национальный стандарт ГОСТ Р 58785–2019 «Качество воды. Оценка стоимости жизненного цикла для эффективной работы систем и сооружений водоснабжения и водоотведения», который устанавливает правила ОСЖЦ систем водоснабжения и водоотведения. Этот стандарт позволяет обосновывать выбор наиболее выгодных решений на всех этапах жизненного цикла объекта.



Рис. 1. Стоимость жизненного цикла согласно ISO 21053

Fig. 1. Life cycle cost according to ISO 21053

Согласно ГОСТ Р 58785–2019, стоимость жизненного цикла систем водоснабжения и водоотведения включает капитальные и эксплуатационные затраты, а также затраты на вывод объекта из эксплуатации:

$$\text{СЖЦ} = \sum_{t_1}^n \text{КАПИТ} + \sum_{t_2}^n \text{ЭКСПЛ} + C_d, \quad (4)$$

где КАПИТ – сумма капитальных затрат по статьям составляющих элементов стоимости жизненного цикла; ЭКСПЛ – сумма эксплуатационных затрат по статьям составляющих элементов стоимости жизненного цикла; C_d – стоимость затрат на конец расчетного периода стоимости жизненного цикла или стоимость затрат на вывод объекта водоснабжения и водоотведения из эксплуатации; n – расчетный период, лет; t_1, t_2 – соответственно начало этапов выполнения капитальных и эксплуатационных затрат.

Обзор основных нормативных документов показал, что существует широкий спектр стандартов и руководств, регулирующих оценку стоимости жизненного цикла сетей водоснабжения и водоотведения. Эти документы охватывают различные аспекты – от методологии расчета и учета затрат на всех этапах жизненного цикла до экологической оценки и обеспечения долговечности систем. По проведенному анализу можно заметить идентичность методов расчета как в зарубежных, так и в отечественных нормативных документах. Однако их применение не в полной мере обеспечива-

ет реализацию оценки стоимости жизненного цикла с учетом особенностей применения труб различных материалов в системах водоснабжения и водоотведения.

Существующие методики ОСЖЦ трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения

Распределение затрат стоимости жизненного цикла напорных трубопроводных систем водоотведения, согласно [3], представлено на рис. 2.

В статье [4] авторы рассуждают об оптимизации значений диаметров трубопроводов и скоростей движения воды и сточной жидкости в трубопроводах на основе затрат их жизненного цикла. Исследование определяет затраты жизненного цикла в системах водоснабжения и водоотведения через функции расхода и скорости транспортируемых продуктов. Полученные формулы позволяют рассчитать оптимальные скорости движения воды и сточных вод в трубах, учитывая затраты их жизненного цикла. Численные эксперименты подтвердили, что оптимальные скорости зависят от объемного расхода, стоимости электроэнергии и продолжительности жизненного цикла систем водоснабжения и водоотведения.

В работе [5] авторы исследуют возможности оптимизации затрат на протяжении всего жизненного цикла подземных стальных трубопроводов. Для этого они предлагают использовать вероятностное моделирование, по-

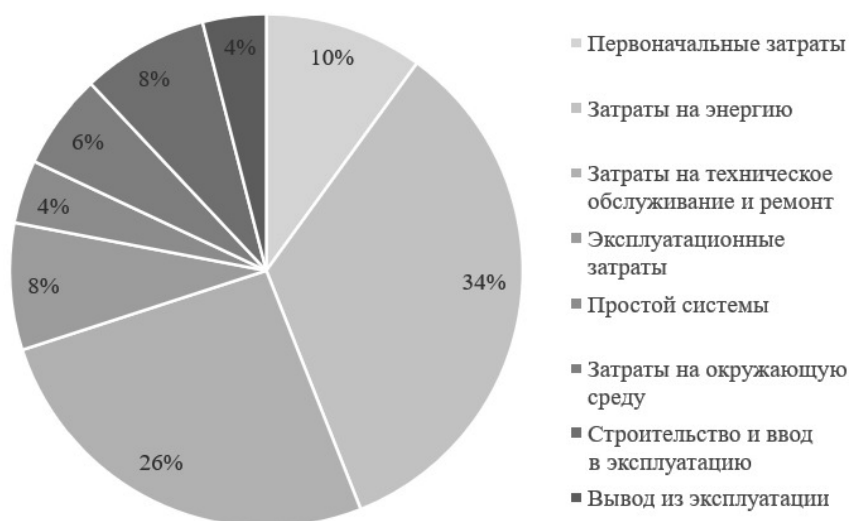


Рис. 2. Распределение стоимости в течение жизненного цикла напорной системы водоотведения [3]

Fig. 2. Distribution of costs during the life cycle of a pressure drainage system [3]

звляющее прогнозировать надежность трубопроводов на длительном временном интервале. На основе полученных данных о текущем состоянии трубопровода и прогнозе его износа разрабатывается оптимальная стратегия обновления системы, направленная на минимизацию общих затрат и минимизацию рисков.

В статье [6] представлено сравнительное исследование зависимости стоимости жизненного цикла от диаметра трубопроводов из ковкого чугуна с внутренним цементным покрытием, стеклопластика и стали с внутренним цементным покрытием. Анализ графиков показал, что оптимальный диаметр для труб из ковкого чугуна с внутренним цементным покрытием составляет 800 мм. Для стальных труб с аналогичным покрытием оптимальный диаметр варьируется в зависимости от участка от 900 до 1200 мм. Энергозатраты также будут меньше при применении больших диаметров. Оптимальный диаметр стеклопластиковых труб составляет от 800 до 900 мм [6].

Немаловажным фактором, влияющим на оценку стоимости жизненного цикла трубопроводов водоснабжения и водоотведения, является материал, из которого изготовлены трубопроводы.

Так, например, информационно-аналитический центр RUPEC провел комплексное исследование стоимости жизненного цикла водопроводов водоснабжения и водоотведения этапов строительства и эксплуатации [7] в зависимости от материала исполнения. Был проведен сравнительный анализ различных материалов: стали, чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) и полиэтилена (ПЭ100).

В исследовании [7] представлена подробная структура расчета стоимости жизненного цикла трубопроводов. Она включает в себя следующие основные составляющие:

- стоимость приобретения труб;
- затраты на прокладку;
- эксплуатационные расходы;
- затраты на устранение аварий;
- проектные расходы;
- компенсация утечек.

Также в исследовании [7] была проанализирована стоимость рассматриваемых труб. Согласно анализу, стальные трубы оказались наиболее экономичными для больших диаметров (свыше 500 мм), а полиэтиленовые – для малых (от 100 до 400 мм). При этом трубы из ВЧШГ при диаметре более 400 мм являются самыми дорогими.

В рамках исследования [7] также были проанализированы затраты на прокладку и монтаж трубопроводов водоснабжения и водоотведения в зависимости от материалов исполнения.

Затраты для стальных труб оказываются выше в связи с необходимостью электросварочных работ. Трубы из ВЧШГ проще монтировать из-за раструбного соединения, при котором нет необходимости в высокой квалификации рабочих. Полиэтиленовые трубы легче по весу, что отражается на простоте монтажа, но требуют специальных навыков при соединении труб.

Стоимость строительства трубопроводов в значительной степени зависит от региона прокладки. Строительство трубопровода в сельской местности обходится значительно дешевле, чем строительство аналогичного в развитом городском районе, в связи с невозможностью рытья траншей открытым способом в городской среде из-за густой застройки и наличия подземных коммуникаций [8]. Соответственно возникает необходимость в применении бестраншейных методов, что может повысить затраты на этапе строительства.

При эксплуатации трубопроводов возникают затраты на прокачку воды, включающие в себя два фактора: поддержание проектного расхода и компенсацию утечек. При проектировании расхода необходимо учитывать, что дополнительные затраты связаны с потерей давления воды из-за трения о стенки труб. Соответственно для поддержания проектного расхода необходимо увеличивать скорость потока жидкости.

Повышение скорости потока жидкости приводит к увеличению энергозатрат на перекачку воды, что негативно сказывается на экономической эффективности системы водоснабжения. Кроме того, повышенное давление в сети может привести к авариям и сокращению срока службы трубопровода.

Немаловажный показатель труб – шероховатость, ведь чем меньше данный показатель, тем меньшее количество энергии необходимо на прокачку жидкости, а соответственно и меньшие затраты на электрическую энергию, потребляемую насосами в случае напорных трубопроводных систем.

Так, на основе анализа нормативного и справочного материала была составлена табл. 3, содержащая значения коэффициентов эквивалентной шероховатости для различных материалов трубопровода.

Согласно таблице, наименьшую шероховатость имеют трубы из полиэтилена, наибольшую – трубы из стали с внутренним цементно-песчаным покрытием и высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и с внутренним цементно-песчаным покрытием. Соответственно стоимость прокачки жидкости по полиэтиленовым трубам меньше, в сравнении с другими материалами труб.

Таблица 3. Значения коэффициентов эквивалентной шероховатости для труб из различных материалов, представленные в существующих нормативных документах и литературе
Table 3. Values of equivalent roughness coefficients for pipes made of different materials, presented in existing regulatory documents and literature

Материал трубы	Коэффициент эквивалентной шероховатости в соответствии с нормативной или справочной документацией K_z , мм	Нормативный или справочный документ
ВЧШГ с ЦПП	0,15	СП 66.13330.2011
Серый чугун	0,25–1	[9]
	0,47	[10]
Сталь новая	0,04–0,1	[9]
	0,03–0,12	[11]
Сталь с ЦПП	0,3–0,8	[9]
	0,184	[12]
Сталь, бывшая в эксплуатации	0,138	[10]
	0,1–0,15	[9]
НПВХ	0,008	СП 399.1325800.2018
ПВХ-О	0,008	СП 399.1325800.2018
Полиэтилен	0,014	СП 399.1325800.2018
Стеклопластик	0,1	СП 40-104-2001
	0,025	ГОСТ Р 54560–2015

Со временем пропускная способность труб снижается из-за коррозии и образования отложений. Шероховатость труб со временем увеличивается:

$$k_t = k_0 + \alpha t, \tag{5}$$

где k_0 – абсолютная шероховатость для новых труб, мм; k_t – шероховатость через t лет эксплуатации; α – коэффициент, характеризующий быстроту возрастания шероховатости, мм/год.

В статье [13] представлена методика расчета затрат на потребляемую электрическую энергию с учетом роста тарифа. Расчетная формула имеет следующий вид:

$$C_e = N_{cp} \cdot 24 \cdot 365 \cdot T_0 \sum_{i=0}^{n-1} \left(1 + \frac{\gamma}{100 \%}\right)^i, \tag{6}$$

где N_{cp} – среднегодовая потребляемая мощность, кВт; n – период расчета, лет; T_0 – тариф на электроэнергию на момент расчета, руб./кВт·ч; γ – ежегодное удорожание электроэнергии, %.

Еще один фактор – потери воды в системе водоснабжения, которые приводят к дополнительным финансовым затратам. Это связано

с необходимостью постоянно докачивать воду в систему для компенсации утечек.

Следующим фактором, влияющим на стоимость жизненного цикла, являются аварии. При возникновении аварий на водопроводных сетях эксплуатирующим организациям приходится решать сложные задачи по восстановлению водоснабжения. Это может потребовать переключения потребителей на резервные линии при строительстве временных обходов, что сказывается на полной стоимости жизненного цикла.

Наибольшие затраты на устранение аварий на протяжении жизненного цикла требуют стальные трубопроводы. Это связано с внешней и внутренней коррозией стенок. Другим слабым местом является электрохимическая коррозия и образование свищей. Стоит отметить, что нормативный срок службы стальных трубопроводов, согласно СП 129.13330.2019, составляет порядка 30 лет, что в значительной степени меньше, чем у труб из ВЧШГ (до 100 лет) или полиэтиленовых (до 100 лет), а также меньше, чем у труб из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ) или молекулярно-ориентированного поливинилхлорида (ПВХ О) (до 50 лет). Это означает, что при сравнении полной стоимости жизненного цикла необходимо учи-

тывать затраты на реконструкцию стального трубопровода в связи с окончанием его срока службы. Наиболее экономичными при рассмотрении данного фактора являются трубы из полиэтилена, в основном в связи с тем, что они не подвержены коррозии и не требуют больших затрат на ее устранение.

Стоит отметить, что существует несколько интерактивных программ, позволяющих производить оценку стоимости жизненного цикла. Так, например, в работе [14] описывается программное обеспечение LICAN (Life cycle Cost Analysis of Networks), разработанное Австралийским Государственным объединением научных и прикладных исследований (CSIRO). Программа разработана в качестве простой компьютерной модели, которая иллюстрирует влияние выбора альтернативных материалов для трубопроводов на общую стоимость.

В исследовании [15] ученые разработали программное обеспечение AQUA Hydraulic Utilities, которое определяет стоимость жизненного цикла путем расчета чистой приведенной стоимости (NPV) и внутренней нормы доходности (IRR) для различных трубопроводных систем.

Выводы

1. Методики оценки стоимости жизненного цикла трубопроводов водоснабжения и водоотведения имеют множество схожих аспектов, однако они не адаптированы должным образом, что ведет к невозможности проведения корректного расчета стоимости жизненного цикла трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.

2. В Российской Федерации действует нормативный документ, регламентирующий полный расчет стоимости жизненного цикла систем водоснабжения и водоотведения, а именно ГОСТ Р 58785–2019. Однако при использовании данного стандарта имеются сложности с получением некоторых исходных данных, что не позволяет должным образом произвести вычисления отдельных составляющих стоимости жизненного цикла трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения по предложенной методике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. 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.

3. Life Cycle Costs (LCC) for wastewater pumping systems [Электронный ресурс]. URL: <https://www.xylem.com/siteassets/support/tekniska-rapporter/white-papers-pdf/life-cycle-costs-lcc-for-wastewater-pumping-systems.pdf> (дата обращения: 04.06.2024).

4. Чулин В.Р., Мартыанов В.И., Матвеева М.В. Оптимизация параметров систем водоотведения на основе минимизации затрат их жизненного цикла // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. № 12(1). С. 104–113. DOI: 10.21285/2227-2917-2022-1-104-113.

5. Tee K.F., Khan L.R., Chen H.P., Alani A.M. Reliability based life cycle cost optimization for underground pipeline networks. Tunnelling and Underground Space Technology. 2014. V. 43. P. 32–40. DOI: 10.1016/j.tust.2014.04.007.

6. Elsebaie I.H., Al-Khomairi A. Optimization of pipeline lifecycle cost using alternatives with different life spans. Water Supply. 2022. V. 22. I. 2. P. 1835–1847. DOI: 10.2166/ws.2021.305.

7. Костин А.А. Трубные полимеры в городском ЖКХ 2015–2025 [Электронный ресурс]. URL: <https://rupec.ru/articles/> (дата обращения: 04.06.2024).

8. Haas K. Lifecycle cost and performance of plastic pipelines in modern water infrastructure. Davis: University of California. 2012. 34 p.

9. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации. Л.: Стройиздат, 1973. 408 с.

10. Добромислов А.Я. Таблицы для гидравлических расчетов безнапорных труб из полимерных материалов. М.: ТОО «Издательство ВНИИМП», 2004. 128 с.

11. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. М.: Недра, 1982. 224 с.

12. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд. 5-е, доп. М.: Стройиздат, 1973. 112 с.

13. Устюжанин А.В., Королева Е.А., Баженов В.И. Показатели стоимости жизненного цикла для обоснования проектов строительства воздухоудельных станций // Системные технологии. 2018. № 27. С. 5–13.

14. Ambrose M., Burn S., Desilva D., Rahilly M. Life cycle analysis of water networks. Proceedings of the 14th Plastics Pipes Conference. 2008. P. 1–11.

15. Vuuren S.J., Dijk M. Life cycle costing analyses for pipeline design and supporting software. Report to the Water Research Commission. University of Pretoria. 2006. 37 p.

REFERENCES

1. Shuvalov M.V., Tarakanov D.I. Using Pipes from Various Materials for Water Supply Network. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1, pp. 53–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.7
2. Butovka A.N., Kretov D.A., Morozova S.S. Use of fiberglass pipes in water disposal 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
3. *Life Cycle Costs (LCC) for wastewater pumping system*. Available at: <https://www.xylem.com/siteassets/support/tekniska-rapporter/white-papers-pdf/life-cycle-costs-lcc-for-wastewater-pumping-systems.pdf> (accessed 04 June 2024).
4. Chupin V.R., Martyanov V.I., Matveeva M.V. Optimization of parameters of water disposal systems based on minimization of their life cycle costs. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [News of universities. Investments. Construction. Real estate], 2022, no. 12(1), pp. 104–113. (in Russian) DOI: 10.21285/2227-2917-2022-1-104-113
5. Tee K.F., Khan L.R., Chen H.P., Alani A.M. Reliability based life cycle cost optimization for underground pipeline networks. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2014. V. 43. P. 32–40. DOI: 10.1016/j.tust.2014.04.007
6. Elsebaie I.H., Al-Khomairi A. Optimization of pipeline lifecycle cost using alternatives with different life spans. *Water Supply*. 2022. V. 22. I. 2. P. 1835–1847. DOI: 10.2166/ws.2021.305
7. Kostin A.A. *Pipe polymers in urban housing and communal services 2015–2025*. Available at: <https://rupec.ru/articles/> (accessed 04 June 2024).
8. Haas K. Lifecycle cost and performance of plastic pipelines in modern water infrastructure. Davis: University of California. 2012. 34 p.
9. Kurganov A.M., Fedorov N.F. *Spravochnik po gidravlicheskim raschetam sistem vodosnabzheniya i kanalizacii* [Handbook on hydraulic calculations of water supply and sewerage systems]. Leningrad, Stroyizdat, 1973. 408 p.
10. Dobromyslov A.Ya. *Tablicy dlja gidravlicheskih raschetov beznapornyh trub iz polimernyh materialov* [Tables for hydraulic calculations of free-flow pipes made of polymer materials]. Moscow, VNIIMP Publishing House LLP, 2004. 128 p.
11. Altshul A.D. *Gidravlicheskie soprotivleniya* [Hydraulic resistances]. Moscow, Nedra, 1982. 224 p.
12. Shevelev F.A. *Tablicy dlja gidravlicheskogo rascheta stal'nyh, chugunnyh, asbestcementnyh, plastmassovyh i stekljannyh vodoprovodnyh trub. Izd. 5-e, dop.* [Tables for hydraulic calculation of steel, cast iron, asbestos cement, plastic and glass water pipes. Ed. 5th, add.]. Moscow, Stroyizdat, 1973. 112 p.
13. Ustyuzhanin A.V., Koroleva E.A., Bazhenov V.I. Life cycle cost indicators for substantiation of projects for construction of air blowing stations. *Sistemnye tehnologii* [System Technologies], 2018, no. 27, pp. 5–13. (in Russian)
14. Ambrose M., Burn S., Desilva D., Rahilly M. Life cycle analysis of water networks. *Proceedings of the 14th Plastics Pipes Conference*. 2008. P. 1–11.
15. Vuuren S.J., Dijk M. Life cycle costing analyses for pipeline design and supporting software. Report to the Water Research Commission. University of Pretoria. 2006. 37 p.

Об авторах:

БУТОВКА Алексей Николаевич

первый заместитель генерального директора
Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству,
эксплуатации трубопроводов и объектов
ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая компания
107078, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Красносельский, ул. Новая Басманная, 23А, стр. 3
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
107078, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Красносельский, ул. Новая Басманная, 23А, стр. 3
E-mail: d.kretov@vniist.ru

ПОТАПОВ Борис Васильевич

доктор технических наук, ученый секретарь
Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству,
эксплуатации трубопроводов и объектов
ТЭК – инжиниринговая нефтегазовая компания
107078, Россия, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Красносельский, ул. Новая Басманная, 23А, стр. 3
E-mail: bpotapov@vniist.ru

РОЩИНА Надежда Николаевна

старший научный сотрудник
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, стр. 1
E-mail: n.roshchina@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
107078, Russia, Moscow, int. ter. Krasnoselsky municipal
district, Novaya Basmannaya st., 23A, b. 3
E-mail: butovka@vniist.ru

KRETOV Dmitry Al.

PhD in Engineering Sciences, 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
107078, Russia, Moscow, int. ter. Krasnoselsky municipal
district, Novaya Basmannaya st., 23A, b. 3
E-mail: d.kretov@vniist.ru

POTAPOV Boris V.

Doctor of Engineering Sciences, Scientific Secretary
All-Union Research Institute for Construction,
Operation of Pipelines and Fuel & Energy Complex
Facilities – Engineering Oil & Gas Company
107078, Russia, Moscow, int. ter. Krasnoselsky municipal
district, Novaya Basmannaya st., 23A, b. 3
E-mail: bpotapov@vniist.ru

ROSHINA Nadezhda N.

Senior Researcher
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, b. 1
E-mail: n.roshchina@vniist.ru

Для цитирования: Бутовка А.Н., Кретов Д.А., Потапов Б.В., Рощина Н.Н. Аналитический обзор нормативных и методических документов в области оценки стоимости жизненного цикла объектов: на примере трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 43–53. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.06.

For citation: Butovka A.N., Kretov D.A., Potapov B.V., Roshchina N.N. Analytical review of regulatory and methodological documents in the field of assessment of the life cycle cost of objects: on the example of pipelines of water supply and sewage networks. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 43–53. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.06.

Принята: 22.04.2025 г.

О. А. САМОДОЛОВА**Д. В. УЛЬРИХ****Т. М. ЛОНЗИНГЕР**

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИТОЭКСТРАКЦИИ ПРИ ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PHYTOEXTRACTION IN THE TREATMENT OF SURFACE WASTEWATER FROM RESIDENTIAL AREAS FROM HEAVY METALS

В настоящее время активно развиваются природоподобные технологии, позволяющие использовать потенциал природы для решения экологических проблем, в том числе для минимизации степени загрязнения и оздоровление водных объектов. Примером такой технологии являются биоинженерные сооружения, в которых используются растения-биоаккумуляторы. Поэтому подбор растений для современных биоинженерных сооружений является актуальным и востребованным. Целью данной работы было исследование биоаккумулятивной способности и оценка возможности использования многолетних травянистых растений душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare* L.) и мята полевая (лат. *Mentha arvensis* L.) в биоинженерных сооружениях для очистки от тяжёлых металлов поверхностных сточных вод селитебных территорий. В рамках исследования получены экспериментальные данные, позволяющие сделать вывод о возможности применения данных растений в качестве биоаккумуляторов для удаления тяжёлых металлов из сточных вод в виде монопосадок и в различных композициях. Наилучшая достигнутая эффективность биоаккумуляции составляет: для хрома, меди и марганца – 100 %, для железа – 96 %, алюминия – 59 %, цинка – 50 %.

Ключевые слова: растения-биоаккумуляторы, биоинженерные сооружения, тяжёлые металлы, очистка сточных вод, поверхностный сток

Currently, nature-like technologies are actively developing to use the potential of nature to solve environmental problems, including minimizing pollution and improving the health of water bodies. An example of such technology is bioengineering facilities that use bioaccumulative plants. Therefore, the selection of plants for modern bioengineering facilities is relevant and in demand. The purpose of this work was to study the bioaccumulative ability and evaluate the possibility of using perennial herbaceous plants oregano (Latin *Origanum vulgare* L.) and mint (Latin *Mentha arvensis* L.) in bioengineering facilities for heavy metal surface wastewater treatment in residential areas. As part of the study, experimental data were obtained that allow us to conclude that these plants can be used as bioaccumulators for the removal of heavy metals from wastewater in the form of mono-additives and in various compositions. The best bioaccumulation efficiency achieved is 100 % for chromium, copper and manganese, 96 % for iron, 59 % for aluminum and 50 % for zinc.

Keywords: bioaccumulative plants, bioengineering facilities, heavy metals, wastewater treatment, surface runoff

Введение

На рубеже XX-XXI веков произошла смена приоритетов политики многих стран и человеческого мышления с экономического направления на экологическое. Активное развитие технологий и промышленного производства привело к негативным экологическим последствиям во всей экосфере, ликвидация которых требует колоссальных экономических затрат,

перехода к новым технологиям природопользования для снижения риска неблагоприятного воздействия, в том числе направленных на оздоровление водных объектов [1–6]. Одним из методов по снижению экологических рисков при очистке сточных вод является разработка и строительство современных биоинженерных сооружений. На эффективность работы биоинженерных сооружений определяющее влияние оказывает подбор растений-биоаккумуляторов,

способных эффективно удалять загрязнители, неприхотливых, устойчивых к неблагоприятным условиям окружающей среды, адаптированных к климатическим условиям селитебной территории, обладающих эстетическим видом.

Целью данной работы является исследование биоаккумулятивной способности и оценка возможности использования душицы обыкновенной и мяты полевой в качестве растений-биоаккумуляторов тяжелых металлов из поверхностных сточных вод селитебных территорий.

Материалы и методы

В качестве растений для исследования были выбраны многолетние травянистые растения душица обыкновенная и мята полевая.

Душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare* L.) – многолетнее травянистое растение высотой 30–70 см с ползучим корневищем и прямостоячим стеблем. Листья супротивные, продолговато-яйцевидные (рис. 1). Цветки мелкие, с двугубым бледно-пурпуровым или беловатым венчиком, собраны в четырехгранные продолговато-овальные колоски, образующие в свою очередь многоцветковые щитковидно-метельчатые соцветия. Цветет с июня до осени. Плоды темно-бурые, созревают в разное время, начиная с июля. Растет на сухих лугах, в степях,

на опушках и полянах, в светлых лесах, среди кустарников, на вырубках. Широко распространенное растение во всех областях Средней России. Обладает рядом полезных свойств [7–10].

Мята полевая (лат. *Mentha arvensis* L.) – многолетнее ароматное растение высотой 20–50 см (в некоторых случаях до 100 см), опушенное наклоненными вниз волосками, с чешуйчатым корневищем и олиственными побегам. Стебли прямостоячие или восходящие, большей частью разветвленные. Листья черешковые, яйцевидные или продолговато-эллиптические, с 3–6 парами боковых жилок. Размер листьев колеблется в пределах 1,5–3 см в ширину и 3–8 см в длину. Цветет с конца июня до сентября [11]. Растет на сырых лугах, травяных болотах, по берегам водоемов, вдоль канав, на полях. Растение предпочитает сырое место или заболоченный берег, но также его можно погружать в мелкую воду до 10 см. Имеет широкое распространение. Растение широко используется в фармакологии и народной медицине [12–14].

Выбранные растения использовали для очистки от тяжелых металлов поверхностных сточных вод с селитебных территорий города Челябинска.

Поверхностные сточные воды с территорий города отбирали по общепринятым методикам. Химический состав пробы сточных вод приведен в табл. 1.



Рис. 1. Внешний вид растений: А – душица обыкновенная; Б – мята полевая

Fig. 1. Appearance of plants: A – common oregano; B – Field mint

Таблица 1. Химический состав смешанной пробы сточных вод
Table 1. Chemical composition of mixed wastewater sample

Элемент	Al	Cr	Cu	Fe	Mn	Zn
Содержание в городском поверхностном стоке, мг/л	2,707	0,01	0,028	2,624	0,307	0,286

Эффективность процесса биоаккумуляции оценивали в статических условиях. Растения помещали в стаканы со сточными водами. Температура при проведении исследования составляла 20 °С. Пробы сточной воды для анализа отбирали через 1, 2, 3, 24, 48, 72 часа.

Анализ содержания тяжёлых металлов в растениях выполняли на электронном растровом микроскопе JEOL JSM-6460 LV с приставкой для микрорентгеноспектрального анализа.

Для определения концентрации тяжёлых металлов в сточной воде использовали эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой OPTIMA 2100DV Perkin Elmer», США. В качестве фонового раствора применяли воду особой степени очистки, полученную на приборе «Simplicity UV» (Франция). Водородный показатель измеряли рН-метром 150МИ.

Результаты исследования

Полученные результаты по извлечению поллютантов из сточных вод селитебных территорий исследуемыми растениями представлены в табл. 2.

Таблица 2. Эффективность биоаккумуляции тяжелых металлов из сточных вод в статических условиях, %
Table 2. Bioaccumulation efficiency of heavy metals from wastewater under static conditions, %

Показатель	Время, ч					
	1	2	3	24	48	72
Душица обыкновенная						
Алюминий	47	47	41	41	41	29
Хром	100	100	100	100	100	100
Медь	100	100	100	100	100	100
Железо	90	91	91	91	91	91
Марганец	100	100	100	100	100	100
Цинк	0	33	33	17	17	17
Мята полевая						
Алюминий	59	41	41	41	41	41
Хром	0	100	100	100	100	100
Медь	80	80	80	80	80	80
Железо	96	94	91	91	91	91
Марганец	100	100	100	100	100	100
Цинк	50	50	50	50	50	50

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о полном извлечении из сточных вод душицей обыкновенной и мятой полевой

хрома и марганца. При извлечении марганца время контакта растений со сточной водой не имеет значения. Для биоаккумуляции хрома мятой полевой время контакта должно быть более двух часов.

Выбор душицы обыкновенной предпочтительнее, если основной поллютант – медь, она позволяет извлечь его на 100 % независимо от времени экспозиции. Мята полевая аккумулирует 80 % меди независимо от времени контакта со сточными водами.

Для извлечения таких металлов, как алюминий, железо и цинк лучше использовать мяту полевую, в связи с лучшими результатами по сравнению с душицей обыкновенной. Максимальная эффективность биоаккумуляции по извлечению алюминия составляет 59 % при времени контакта один час, далее эффективность снижается до 41 %. Душица позволяет извлекать данный поллютант на 47 % при времени контакта один-два часа, далее также наблюдается снижение эффективности.

Наибольшая эффективность извлечения железа из сточных вод достигается мятой полевой и составляет 96 % при одном часе контакта растения со сточной водой, а душицей – 91 % при времени экспозиции от 2 до 72 часов.

Максимальная степень извлечения цинка мятой полевой составляла 50 % (при экспозиции от 1 до 72 часов) и 33 % – при помощи душицы (при экспозиции от 2 до 3 часов).

На рис. 2 и 3 приведены микрофотографии, полученные при электронно-микроскопическом исследовании вегетативных органов душицы обыкновенной и мыты полевой.

Результаты микрорентгеноспектрального анализа растений приведены в табл. 3, из которой видно, что состав растений до проведения эксперимента по очистке сточных вод достаточно однотипен, существуют незначительные отклонения по концентрации элементов.

В табл. 4 приведены результаты микрорентгеноспектрального анализа опытных образцов мяты полевой и душицы обыкновенной, полученные после эксперимента по очистке сточных вод городских территорий от тяжёлых металлов (усреднённые значения).

При сравнительном анализе табл. 3 и 4 можно выявить тенденцию к накоплению железа в мяте полевой. Прирост содержания железа составляет для корня 67 %, для стебля – 33 %. Увеличение концентрации железа наблюдается и в листьях. Душица обыкновенная, скорее всего, аккумулирует металлы не на поверхности, а в более глубоких слоях, поэтому микрорентгеноспектральный анализ показал увеличение содержания алюминия в листьях на 3,6 %, а концентрацию железа – без изменения.

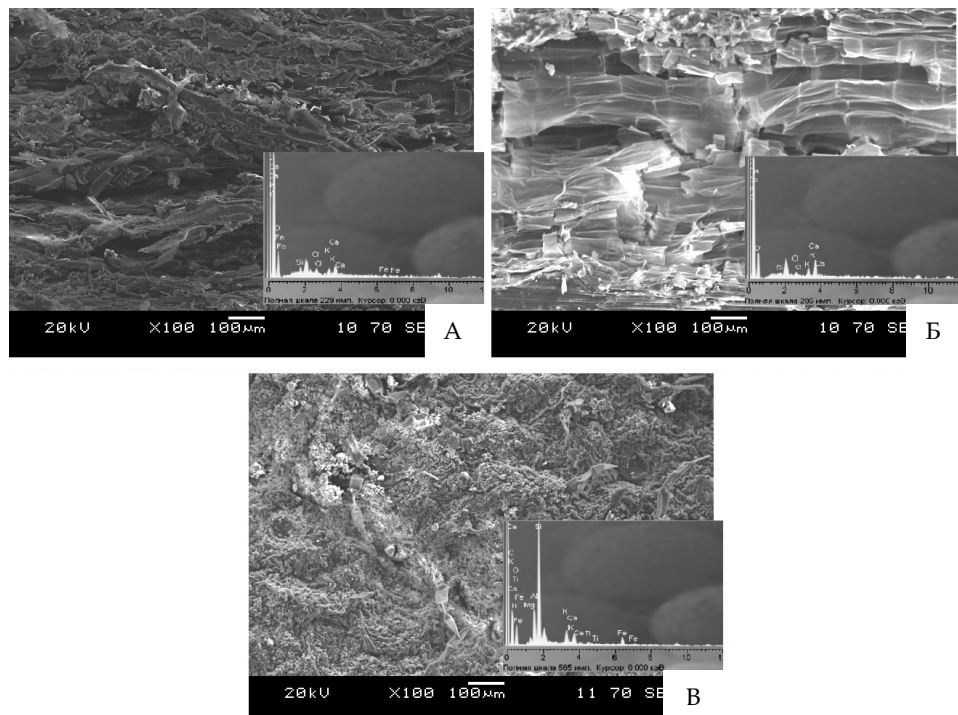


Рис. 2. Микрофотографии душицы обыкновенной и данные микрорентгеноспектрального анализа:
А – корень; Б – стебель; В – лист

Fig. 2. Micrographs of common oregano and microrentgenospectral analysis data:
А – root; Б – stem; В – sheet

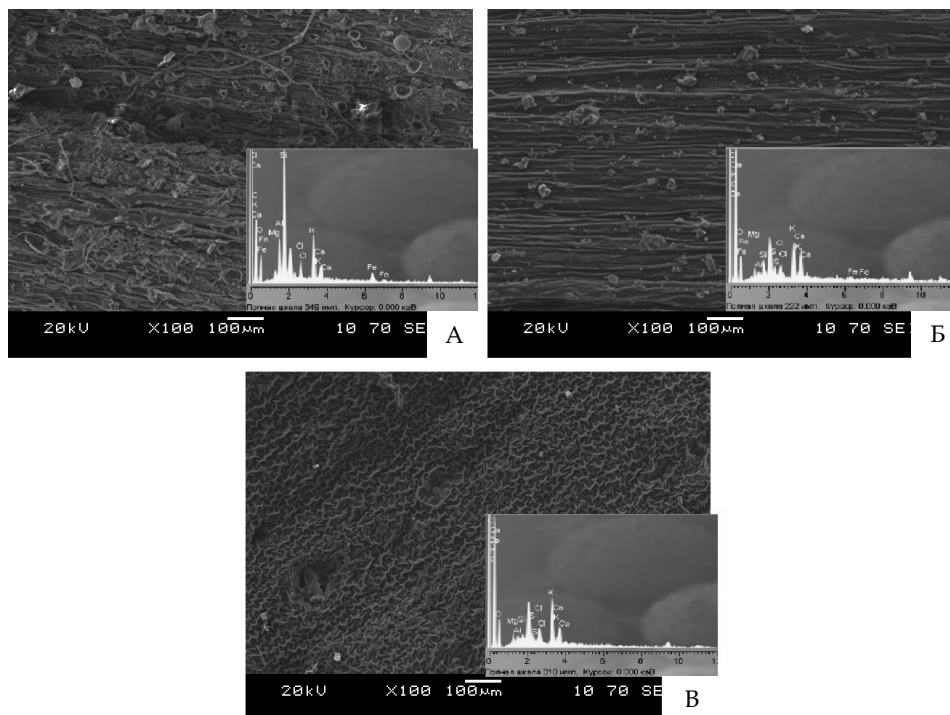


Рис. 3. Микрофотографии мяты полевой и данные микрорентгеноспектрального анализа:
А – корень; Б – стебель; В – лист

Fig. 3. Micrographs of field mint and microrentgenospectral analysis data:
А – root; Б – stem; В – sheet

Таблица 3. Результаты микрорентгеноспектрального анализа растений до исследования, %
Table 3. Results of micro-X-ray spectral analysis of plants before the study, %

Вегетативный орган растения	Среднее содержание элемента, %									
	С	О	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe
Душица обыкновенная										
Корень	53,0	44,8	0	0	0,4	0	0,3	0,4	0,6	0,6
Стебель	50,8	47,2	0	0	0,1	0	0,2	0,5	1,2	0
Лист	42,3	40,5	0,7	2,8	9,8	0	0	1,2	1,2	1,5
Мята полевая										
Корень	47,6	42,8	0,5	1,4	3,8	0,2	0,4	2,0	0,8	0,6
Стебель	55,7	37,9	0,8	0,3	0,7	0,4	0,5	2,1	1,3	0,3
Лист	52,5	41,4	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	2,8	1,1	0

Таблица 4. Результаты микрорентгеноспектрального анализа образцов растений после очистки сточных вод, %
Table 4. Microentgenospectral analysis of plant samples after wastewater treatment, %

Вегетативный орган растения	Среднее содержание элемента, %									
	С	О	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe
Душица обыкновенная										
Корень	51,7	45,8	0	0	0	0	0,5	0,8	0,7	0,6
Стебель	49,5	47,1	0,4	0	0,1	0	0,5	0,7	1,7	0
Лист	52,3	38,3	0,8	2,9	0,2	0	1,2	0,9	1,9	1,5
Мята полевая										
Корень	47,3	41,0	0,6	1,4	3,6	0,1	0,2	2,5	2,3	1,0
Стебель	55,6	34,8	1,1	0,4	1,2	0	1,5	3,7	1,3	0,4
Лист	51,3	39,5	0,9	0,2	0,7	0,3	1,1	3,7	2,1	0,2

На рис. 4 приведена зависимость водородного показателя от времени контакта в системе растение–сточная вода.

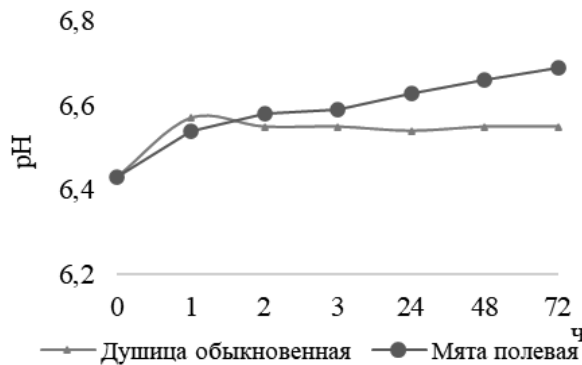


Рис. 4. Изменение pH в зависимости от времени контакта растений со сточной водой
Fig. 4. Change in pH as a function of from the time of contact of plants with wastewater

Как видно из рис. 4, после контакта исходного стока с растениями происходит незначительный рост водородного показателя (в пределах 4,7 %). Причем более высокий прирост pH зафиксирован при контакте сточной воды с мятой полевой.

Закключение и обсуждение

Исследована эффективность биоаккумуляции мятой полевой и душицей обыкновенной металлов Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn при очистке поверхностных сточных вод с селитебных территорий. Показана высокая степень биоаккумуляции этих металлов. Наилучшая достигнутая эффективность составляет: для хрома, меди и марганца – от 80 до 100 %, для железа – от 90 до 96 %, алюминия – от 29 до 59 %, цинка – от 0 до 50 %. Установлено, что для наиболее эффективного извлечения из сточных вод алюминия, железа и цинка предпочтительнее использовать

мяту полевую. При преобладающем загрязнении сточных вод медью наиболее эффективным растением-биоаккумулятором является душица обыкновенная. Возможно использование двух растений для получения синергетического эффекта при очистке сточных вод.

Отмечена адаптация растений при их пребывании в неблагоприятной экологической среде в ходе исследования.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о возможности использования душицы обыкновенной и мяты полевой в качестве растений-биоаккумуляторов для удаления тяжёлых металлов в составе биоинженерных сооружений, так как растения толерантны к исследуемым металлам, хорошо переносят неблагоприятные условия, имеют невысокую стоимость и приятный эстетический внешний вид.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брюхов М.Н., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М., Денисов С.Е. Роль природных сорбентов и отходов трубного производства в очистке кислых железосодержащих сточных вод // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 11–19. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.02.
2. Самодолова О.А., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М. Использование лузги гречихи (гранулированной) в очистке городских поверхностных сточных вод // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1. С. 37–44. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.5.
3. Панфилова О.Н. Доочистка городских сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием новых сорбционных материалов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 22–28. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.4.
4. Халтурина Т.И., Третьяков С.Г., Чурбакова О.В., Козлова С.А. Электрокоагуляционная обработка совместных маслоэмульсионных и хромсодержащих сточных вод предприятий металлообработки // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 4. С. 66–73. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.11.
5. Халтурина Т.И., Бобрин А.Г. Интенсификация процесса гальванокоагуляционной обработки сточных вод, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, при рециркуляции части осадка // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 2. С. 27–34. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.5.
6. Самодолова О.А., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М., Головина С.Г. Скорлупа грецкого ореха как перспективный сорбент в очистке поверхностных сточных вод с городских территорий // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 19–26. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.03.
7. Душица обыкновенная – *Origanum vulgare* L. [Электронный ресурс]. URL: <https://ecosystema.ru/08nature/flowers/055.htm> (дата обращения: 25.10.2024).
8. Mombeini T., Mazloumi S., Shams J. Pharmacological effects of *Origanum vulgare* L. in

the elevated plus-maze and open field tests in the rat // Journal of Basic and Clinical Pathophysiology. 2015. 3 (2):29–36. DOI: 10.22070/JBCP.2015.229.

9. Душица (орегано, майоран) [Электронный ресурс]. URL: <https://floristics.info/ru/stati/sadovodstvo/5607-dushitsa-posadka-i-ukhod-sorta.html> (дата обращения: 25.10.2024).

10. Куркин В.А., Зайцева Е.Н., Цибина А.С. Диуретическая и нейротропная активность ореганола А — компонента душицы обыкновенной // Химико-фармацевтический журнал. 2022. № 56(10). С. 30–33. DOI: 10.30906/0023–1134–2022–56–10–30–33.

11. Мята полевая – *Mentha arvensis* L. s. l [Электронный ресурс]. URL: <https://ecosystema.ru/08nature/flowers/132.htm> (дата обращения: 25.10.2024).

12. Thakur S., Walia B., Chaudhary G. *Mentha arvensis* (Pudina): A Review Based upon its Medicinal Properties. Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2021. DOI: 10.52711/0975-4385.2021.0002423.

13. Ameen N., Shafi S. Evaluation of In Vitro Anti-Oxidant Activity of *Mentha arvensis* Linn in Memory Enhancing Study. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research. 2017. 9. DOI: 10.25258/phyto.v9i08.9627.

14. Increasing the functionality of sponge cakes by mint and cocoa powder addition / B. Sik, K. Kovács, E. Hanczné Lakatos, V. Kapcsándi // Heliyon. 2023. N. 9(9). P. 20029. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20029.

REFERENCES

1. Bryukhov M.N., Ulrikh D.V., Lonzinger T.M., Denisov S.E. The role of natural sorbents and piping production waste in the treatment of acid iron-containing waste water. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 11–19. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.02
2. Samodolova O.A., Ulrikh D.V., Lonzinger T.M. Using Granuated Buckwheat Husks in Urban Surface Run-off Treatment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol.13, no.1, pp.37–44. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.5
3. Panfilova O.N. Treatment of Urban Waste Water from Ions of Heavy Metals by Using New Sorption Material. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 2, pp. 22–28. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.4
4. Khalturina T.I., Tretyakov S.G., Churbakova O.V., Kozlova S.A. Electrocoagulation Treatment of Joint Oil-emulsion and Chrome-containing Wastewater of Metalworking Enterprises. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 4, pp. 66–73. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.11
5. Khalturina T.I., Bobrik A.G. Intensification of purification of sewage water-generation manufacturing enterprises of metallurgy enterprises and machine-building complex containing ions of chrom, copper, nickel and zinc. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018, vol. 8, no. 2, pp. 27–34. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.5

6. Samodolova O.A., Ulrikh D.V., Lonzing T.M., Golovina S.G. Walnut shells as a promising sorbent for treatment of urban surface wastewater. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 19–26. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.03
7. *Origanum vulgare* L. Available at: <https://ecosystema.ru/08nature/flowers/055.htm> (accessed 25 October 2024).
8. Mombeini T., Mazloumi S., Shams J. Pharmacological effects of *Origanum vulgare* L. in the elevated plus-maze and open field tests in the rat. *Journal of Basic and Clinical Pathophysiology*. 2015. 3 (2):29–36. DOI: 10.22070/JBCP.2015.229
9. *Dushitsa (oregano, marjoram)*. Available at: <https://floristics.info/ru/stati/sadovodstvo/5607-dushitsa-posadka-i-ukhod-sorta.html> (accessed 25 October 2024).
10. Kurkin V.A., Zaitseva E.N., Tsibina A.S. Diuretic and neurotropic activity of oreganol A, a component of common oregano. *Himiko-farmaceuticheskij zhurnal* [Chemical-Pharmaceutical Journal], 2022, no. 56(10), pp. 30–33. (in Russian) DOI: 10.30906/0023–1134–2022–56–10–30–33
11. *Mentha arvensis* L. s. l. Available at: <https://ecosystema.ru/08nature/flowers/132.htm> (accessed 25 October 2024).
12. Thakur S., Walia B., Chaudhary G. *Mentha arvensis* (Pudina): A Review Based upon its Medicinal Properties. *Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2021. DOI: 10.52711/0975-4385.2021.0002423
13. Ameen N., Shafi S. Evaluation of In Vitro Anti-Oxidant Activity of *Mentha arvensis* Linn in Memory Enhancing Study. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. 2017. 9. DOI: 10.25258/phyto.v9i08.9627
14. Increasing the functionality of sponge cakes by mint, and cocoa powder addition / B. Sik, K. Kovács, E. Hanczné Lakatos, V. Kapcsándi // *Heliyon*. 2023. N. 9(9). P. 20029. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20029

Об авторах:

САМОДОЛОВА Олеся Александровна

ассистент кафедры водопользования и экологии
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Красноармейская, 4
аспирант кафедры градостроительства, инженерных
сетей и систем
Южно-Уральский государственный университет
454080, Россия, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, 76
E-mail: samodolova@mail.ru

SAMODOLOVA Olesya A.I.

Assistant of the Water Use and Environment Chair
St Petersburg State University of Architecture and Civil
Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya
st., 4
Post-graduate student of the Town Planning, Engineering
Networks and Systems Chair
South Ural State University
454080, Russia, Chelyabinsk, V.I. Lenin pr., 76
E-mail: samodolova@mail.ru

УЛЬРИХ Дмитрий Владимирович

доктор технических наук, доцент, декан факультета
инженерной экологии и городского хозяйства,
профессор кафедры водопользования и экологии
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Красноармейская, 4
E-mail: dulrikh@lan.spbgasu.ru

ULRIKH Dmitrii V.

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Dean of the Faculty of Environmental Engineering
and Urban Management, Professor of the Water Use
and Environment Chair
St Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg,
2nd Krasnoarmeyskaya st., 4
E-mail: dulrikh@lan.spbgasu.ru

ЛОНЗИНГЕР Татьяна Моисеевна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
градостроительства, инженерных сетей и систем
Южно-Уральский государственный университет
454080, Россия, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, 76
E-mail: lonzingertm@susu.ru

LONZINGER Tatiana M.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Town Planning, Engineering
Networks and Systems Chair
South Ural State University
454080, Russia, Chelyabinsk, V.I. Lenin pr., 76
E-mail: lonzingertm@susu.ru

Для цитирования: Самодолова О.А., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М. Оценка эффективности фитоэкстракции при очистке поверхностных сточных вод жилых территорий от тяжелых металлов // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 54–60. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.07.

For citation: Samodolova O.A., Ulrikh D.V., Lonzing T.M. Evaluation of the effectiveness of phytoextraction in the treatment of surface wastewater from residential areas from heavy metals. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 54–60. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.07.

Принята: 21.05.2025 г.



Е. Г. САФРОНОВ
В. З. АБДРАХИМОВ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСИ И ФОСФОРНОГО ШЛАКА В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНЫ

ECONOMIC AND PRACTICAL FEASIBILITY
OF USING ASH AND SLAG MIXTURE AND PHOSPHORIC SLAG
IN THE PRODUCTION OF CERAMIC BRICKS BASED ON BENTONITE CLAY

Одной из глобальных проблем для окружающей среды является повышенное загрязнение экологических систем агрессивными отходами, поэтому поддержание экологии в соответствующем состоянии является наиважнейшим для всего человечества и для планеты в целом. Кроме того, одна из исключительно выраженных преград для процесса производства и наращивания ассортимента керамических изделий в XXI в. является исчерпание натуральных ресурсов: глинистого сырья, отощающих ингредиентов, плавней и добавок, создающих пористость. Ротация естественного сырья на крупнотоннажные отходы позволит заметно снизить стоимость изделий, например кирпича. Исследования выявили, что без внедрения отощателей в композиции из бентонитовых глин изготовить керамический кирпич утопично. Состав, включающий 35 % фосфорного шлака и 15 % золошлаковой смеси, идентифицируется как оптимальный для создания кирпича марки М125.

Ключевые слова: экономическая целесообразность, фосфорный шлак, золошлаковая смесь, межсланцевая глина, керамический кирпич

One of the large-scale international environmental barriers is the increased pollution of ecological systems by aggressive waste, therefore, maintaining the environment in an appropriate form is a cornerstone not only for all mankind, but also for the planet as a whole. In addition, one of the most pronounced obstacles to the production process and the expansion of the range of ceramic products in the 21st century is the exhaustion of natural resources: clay raw materials, thinning ingredients, fluxes, additives that create porosity, etc. The rotation of natural raw materials to large-scale waste will significantly reduce the cost of bricks. Studies have shown that it is utopian to produce ceramic bricks without the introduction of preservatives in bentonite clay compositions. The composition, which includes 35 % phosphorous slag and 15 % ash and slag mixture, is identified as optimal for the production of bricks of the M125 brand.

Keywords: economic feasibility, phosphoric slag, ash and slag mixture, inter-shale clay, ceramic brick

Введение

Экономическая целесообразность. При отстранении государства от субсидирования геологоразведочных работ принципиально важным в современных экономических условиях становится вопрос, связанный с избранием

качественного алюмосиликатного сырья для производства товаров массового потребления, к которым относятся стеновые материалы, например керамический кирпич [1]. Но с учетом того, что истощение первосортных естественных сырьевых ресурсов не позволяет решить вопрос массового производства керамическо-

го кирпича, необходимо в цепочку сырьевых материалов встраивать оборот отходов производств, который даст ощутимый социально-экономический эффект [2].

Применение отходов производств способствует ликвидации издержек не только на геологоразведочные работы, но и исключает строительство карьеров, что в конечном итоге снижает воздействие отрицательных антропогенных факторов на окружающую среду.

Рециклинг крупнотоннажных отходов в производство товаров широкого потребления, в частности керамического кирпича, значительно сократит потребность в минерально-сырьевых ресурсах, снизит негативные воздействия на природные ландшафты и т. д. Применение крупнотоннажных отходов в производстве керамического кирпича позволит решить одну из основных экономических задач – снижение себестоимости товара повышенного спроса – керамического кирпича, так как вторичное сырье для производства стеновой керамики в два-три раза дешевле, чем сырье естественное [3].

Практическая целесообразность. К одной из исключительно выраженных преград для процесса производства и наращивания ассортимента керамических изделий в XXI в. имеет отношение истощение натуральных ресурсов: глинистого сырья, отощающих ингредиентов, плавней, добавок, создающих пористость, и др. [4–6]. Необходимо ротация естественного сырья на крупнотоннажные отходы, масштабность которых достигла 2 млрд. т, а площадь участков преодолела 22000 га [7–9]. В работах [10, 11] заявлена генерация отходов горючих сланцев в товары массового потребления, например – стеновой керамический кирпич.

Стеновой керамический кирпич. Этот материал остается уже более 3 тыс. лет наиболее востребованным локальным стеновым материалом, который обеспечивает сбережение цемента, различных дефицитных металлов и сокращает дорожные перевозки. Керамический кирпич относится к строительным конструкционным материалам, обладающим превосходными эксплуатационными, экологическими и эстетическими характеристиками, что обеспечивает потребность его в современном строительстве. Для получения керамического кирпича используют соответствующие компоненты: в качестве связующей – глину с огнеупорностью ниже 1350 °С, отощитель, плавень (интенсификатор спекания) и выгорающие добавки.

Отощитель – совершенствует технологические характеристики глинистого связующего благодаря понижению пластичности, усадки и формирование механического прочного остова [12]. Применение отощителя предостав-

ляет возможность роста для формовочного отделения кирпичного производства, производительности, сократит время сушки, снизит количество брака.

Плавни (или интенсификаторы спекания) усиливают спекание глинистого сырья, понижают температуру спекания композиции (керамической шихты) и на 50–80 °С снижают температуру обжига керамического изделия. Следует отметить, что плавни сами должны иметь низкую температуру плавления, т. е. содержать повышенное количество оксидов щелочей или стеклофазу.

Выгорающие добавки создают пористость после их выгорания при обжиге, способствуют более равномерному обжигу внутри изделия и могут выполнять функции отощающей добавки (снижать пластичность). В качестве выгорающих добавок используют угольную мелочь из различных углей с теплотворной способностью 3200–3500 ккал/кг, наиболее дешевым из которых является бурый уголь, который чаще всего используется.

Постановка задачи. Истощение качественных традиционных природных ресурсных материалов для производства керамических материалов строительного направления создало необходимость формировать замену традиционного природного материала на сырье техногенного происхождения. Такой инструментарий используется передовыми странами еще и для безопасности окружающей среды.

Цель работы: а) определить составы исследуемых техногенных сырьевых материалов: химические – оксидный и поэлементный, минералогический и фракционный, а также технологические показатели; б) исследовать влияние фосфорного шлака и золошлаковой смеси на технологические, технические показатели керамического кирпича на основе бентонитовой глины.

Методика исследования. Для установления микроструктуры и поэлементных химических составов сырьевых компонентов – фосфорного шлака, золошлаковой смеси и бентонитовой глины, в предложенном исследовании использовался микроскоп фирмы Jeol (Япония). Для петрографической диагностики применяли: шлифы, прозрачные аншлифы, иммерсионные жидкости, микроскопы МИН-8 и МИН-7. Показатели стеновых материалов документировали по ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические».

Сырьевые материалы

Бентонитовая глина была задействована в качестве связующей, фосфорный шлак в качестве отощителя и фрагментарно как плавень (за счет повышенного содержания стеклофазы), золошлаковая смесь фрагментарно как отощитель

и избирательно (за счет повышенной теплотворной способности) как выгорающая добавка.

Стержневые параметры и характеристики сырьевых материалов изложены: усреднённый оксидный химический – в табл. 1, поэлементный – в табл. 2, технологические свойства – в табл. 3, фракционный состав – в табл. 4, металлографический анализ представлен на рис. 1, минералогический – на рис. 2, микроструктура – на рис. 3.

Бентонитовая глина. Глина, диспергирующаяся в воде до коллоидного положения и состоящая полностью из глинистых минералов группы монтмориллонита, называется бентонитовой [13]. Для повышения формовочных свойств керамических композиций добавляются бентонитовые глины, состоящие из гидрофильных высокодисперсных частиц минерала монтмориллонита.

Монтмориллонит имеет слоистую структуру (см. рис. 3, а), в основе которой размещены трехслойные пакеты, сформированные тетраэдрическими и октаэдрическими слоями.

В настоящей работе использовалась бентонитовая глина Смышляевского место-

рождения Самарской области: высокопластичная (число пластичности более 25), легкоплавкая (см. табл. 3) высокодисперсная (см. табл. 4). Металлографический анализ глины показал наличие множества мелких включений, но встречаются и средние размеры – 5–10 мкм (см. рис. 1, а), минералогический состав представлен на рис. 2, а.

Фосфорный шлак – это отход производства фосфора. Формируется после обжига при температурах от 1300 до 1500 °С в герметизированной дуговой печи за счет химического процесса [19]. Технические и технологические показатели и свойства фосфорного шлака показаны в табл. 1–4 и на рис. 1–3, б. Металлографический анализ выявил в шлаке включения среднего размера от 8 до 15 мкм, но встречаются и размером до 55 мкм (см. рис. 1, б).

Минералогический состав фосфорного шлака обозначен в основном стеклофазой – (70 %, см. рис. 2) и кристаллическими составляющими – псевдволастонитом, кварцем и ларнитом.

Таблица 1. Усредненный химический оксидный состав сырьевых компонентов
Table 1. Average chemical oxide composition of raw materials

Компонент	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	R ₂ O	П.п.п.
Бентонитовая глина	58,89	14,43	7,2	4,8	2,7	-	3,4	7,85
Фосфорный шлак	43,42	3,81	1,04	46,58	2,48	1,8	0,87	-
Золошлаковая смесь	34,40	10,35	8,78	20,28	3,38	-	2,83	19,98

Примечание: п.п.п. – потери при прокаливании; R₂O = K₂O + Na₂O

Таблица 2. Поэлементный химический состав сырьевых компонентов
Table 2. Element-wise chemical composition of raw materials

Компонент	Содержание элементов, мас. %									
	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	P
Бентонитовая глина	1,30	55,8	0,27	1,00	13,46	18,47	3,99	2,46	3,25	-
Фосфорный шлак	-	54,70	0,32	2,94	2,09	18,05	0,30	20,34	0,52	0,74
Золошлаковая смесь	7,44	47,96	0,81	1,93	5,65	16,9	1,53	12,2	5,58	-

Таблица 3. Технологические показатели сырьевых компонентов
Table 3. Technological indicators of raw materials components

Компонент	Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °С		
		начало деформации	размягчение	жидкоплавкое состояние
Бентонитовая глина	1200	1180	1200	1230
Фосфорный шлак	-	1300	1320	1350
Золошлаковая смесь	2000	1300	1340	1380

Таблица 4. Фракционный состав сырьевых компонентов
Table 4. Fractional composition of raw materials

Компонент	Содержание фракций, %; размер частиц, мм				
	>0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Бентонитовая глина	3	5	6	7	79
Фосфорный шлак	42	23	18	12	5
Золошлаковая смесь	16,84	33,41	32,49	12,68	4,58

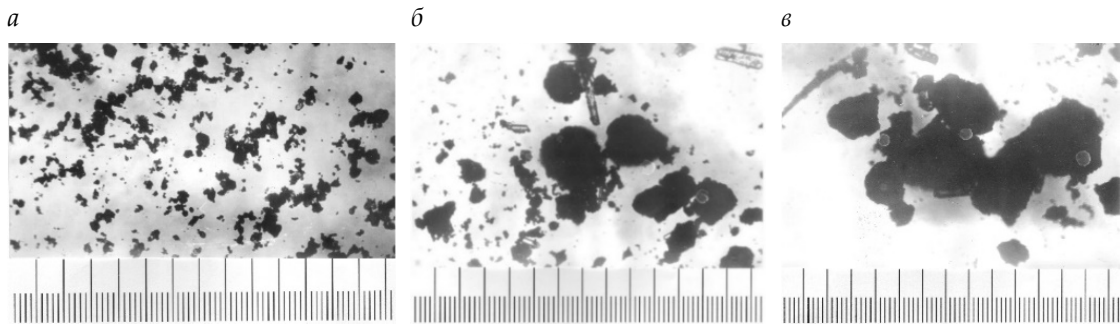


Рис. 1. Металлографический анализ сырьевых компонентов:
а – бентонитовая глины; б – фосфорный шлак; в – золошлаковая смесь
Fig. 1. Metallographic analysis of the raw material components:
a – bentonite clay; b – phosphorous slag; c – ash and slag mixture

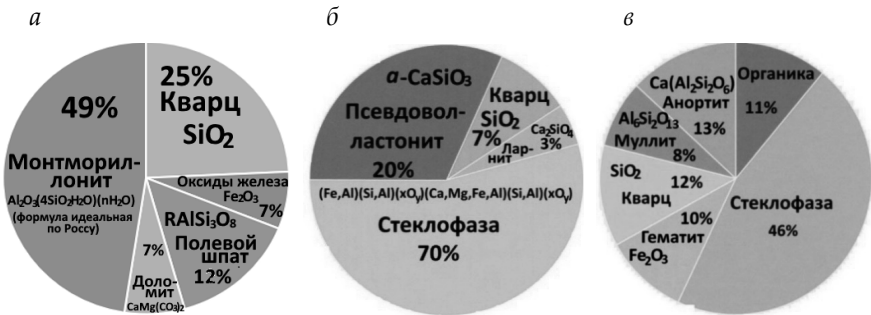


Рис. 2. Минералогический состав сырьевых компонентов:
а – бентонитовая глина; б – фосфорный шлак; в – золошлаковая смесь
Fig. 2. Mineralogical composition of the raw material components:
a – bentonite clay; b – phosphorous slag; c – ash and slag mixture

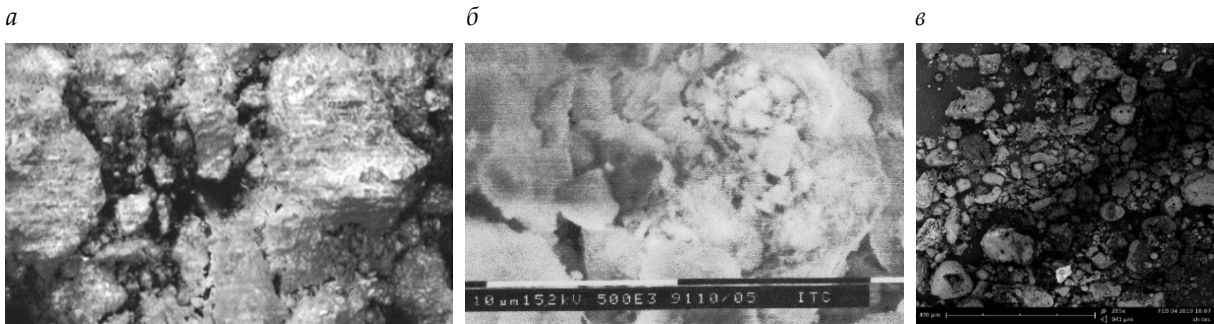


Рис. 3. Микроструктура сырьевых компонентов:
а – бентонитовая глина; б – фосфорный шлак; в – золошлаковая смесь
Fig. 3. Microstructure of the raw material components:
a – bentonite clay; b – phosphorous slag; c – ash and slag mixture

Золошлаковая смесь образуется от сжигания горючих сланцев. Горючие сланцы при сгорании порождают золошлаковые смеси, технические и технологические показатели и свойства которых показаны в табл. 1–4 и на рис. 1–3.

Технология получения керамического кирпича и его показатели

Для получения кирпича использовалась классическая технология, которая аналогична технологии, представленной в работах [1–2]. Сырьевые компоненты – бентонитовая глина, фосфорный шлак и золошлаковая смесь после просушки до влажности не более 5 % размельчались до прохода сквозь сито с размером ячейки 1 мм, затем компоненты согласно рецепту, представленному в табл. 5, тщательно размешивали, затем смачивали до 22–24 % (до получения пластического теста).

Из полученного теста пластическим формованием изготавливали образцы размером 250×120×65 мм (размер кирпича по ГОСТу), которые высушивались до влажности не более 5 % и обжигались в муфельной печи при температуре 1000 °С. Технические (физико-механические) показатели кирпича представлены в табл. 6.

На рис. 4 показан керамический кирпич, полученный из бентонитовой глины без применения отощителей и плавней при температуре 1000 °С.

Обсуждение результатов

Исследования показали, что невозможно получить керамический кирпич из бентонитовой



Рис. 4. Кирпич из глины Смышляевского месторождения, обожженный на Тольяттинском кирпичном заводе в туннельной печи при температуре 1000 °С
Fig. 4. Clay brick from the Smyshlyaevsky deposit, fired at the Tolyatti brick factory in a tunnel furnace at a temperature of 1000 °С

(монтмориillonитовой) глины без применения отощителей (см. рис. 4), а введение в керамические композиции 25 % отощителей позволяет получить кирпич марки не выше М75 (см. табл. 6).

Анализ, осуществленный по параметрам табл. 5 и 6, показал следующее: количественный рост в композиции фосфорного шлака и золошлаковой смеси до 45 % и соразмерное снижение бентонитовой глины до 55 % ориентируют изделие на рост его технических показателей. При пролонгации процента прирастания отощителей и соразмерного убавления глины регистрируется спад показателей.

Таблица 5. Составы керамических композиций и их пластичность
Table 5. Compositions of ceramic compositions and their plasticity

Компонент	Содержание отходов, мас. %				
	1	2	3	4	5
Монтмориillonитовая глина	75	70	65	55	50
Фосфорный шлак	20	20	25	30	30
Золошлаковая смесь	5	10	10	15	20
Пластичность, безразмерная величина	25	20	15	10	8

Таблица 6. Технические показатели кирпича
Table 6. Technical indicators of bricks

Показатель	Состав				
	1	2	3	4	5
Прочность при сжатии, МПа	9,3	12,2	13,1	13,3	12,5
Прочность при изгибе, МПа	2,0	2,6	2,8	3,1	2,8
Морозостойкость, циклы	18	24	26	32	27
Водопоглощение, %	14,4	13,1	12,8	12,4	12,7
Марка кирпича	М75	М100	М125	М125	М100

Минимизация числа пластичности с 25 до 8 взаимосвязана с наращиванием в композиции отощителей с 25 до 50 %. Такое наращивание (при 50 %) разрушительно воздействует на показатели образца, на поверхности которого проявляются после обжига трещины (видимо, за счет снижения склеивающей возможности бентонитовой глины) [14]. Следовательно, предлагаемым составом для получения кирпича марки М125 является состав, содержащий 30 % фосфорного шлака и 15 % золошлаковой смеси.

Выводы

1. Выявлена невозможность создания керамического кирпича из бентонитовой глины без реализации отощителей (см. рис. 4), а введение в керамические композиции 25 % отощителей позволяет получить кирпич марки не выше М75 (см. табл. 6).

2. Анализ, проведенный по техническим показателям, показал следующее: количественный рост в композиции фосфорного шлака и золошлаковой смеси до 45 % и соразмерное снижение бентонита до 55 % ориентируют изделие на рост его технических показателей. При пролонгации процента прирастания отощителей и соразмерного убавления глины регистрируется спад показателей.

3. Минимизация числа пластичности с 25 до 8 взаимосвязана с наращиванием в композиции отощителей с 25 до 50 %. Такое наращивание разрушительно воздействует на показатели образца, на поверхности которого проявляются после обжига трещины (видимо, за счет снижения склеивающей возможности бентонитовой глины). Следовательно, предлагаемым составом для получения кирпича марки М125 является состав, содержащий 30 % фосфорного шлака и 15 % золошлаковой смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экономическая и практическая целесообразность использования золошлака и ферропыли Актыобинской области в производстве сейсмостойкого кирпича / Н.Ю. Нарыжная, Е.Г. Сафронов, Е.М. Силинская, В.З. Абдрахимов // Уголь. 2021. № 10. С. 33–37. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-33-37.

2. Экологическая целесообразность рециклинга золошлака в производстве стеновых материалов и оптимизация керамических масс по техническим показателям / Е.Г. Сафронов, С.М. Силинская, Н.Ю. Нарыжная, В.З. Абдрахимов // Уголь. 2021. № 6. С. 44–49. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-44-49.

3. Перспективы использования промышленных отходов для получения керамических строительных материалов / Д.В. Макаров, Р.Г. Мелконян, О.В. Суво-

рова, В.А. Кумарова // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 5. С. 254–281.

4. Башорина О.В. Теоретико-методологические основы экологизации российской экономики // Журнал экономической теории. 2018. № 3. С. 243–247.

5. Абдрахимов В.З. Влияние золошлаковой смеси на технические показатели с использованием регрессивного анализа и фазовый состав керамического кирпича // Известия КГАСУ. 2024. № 2(68). С. 92–104. DOI: 10.48612/NewsKSUAE/68.8.

6. Абдрахимов В.З. Влияние аргиллитоподобных отходов флотации углеобогащения на технические показатели и фазовый состав керамического кирпича // Известия вузов. Строительство. 2025. № 1. С. 76–87. DOI: 10.32683/0536-1052-2025-793-1-76-87.

7. Астафьева О.Е. Применение золошлаковых отходов в промышленности строительных материалов // Уголь. 2024. № 2. С. 85–88. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-85-88.

8. Задора П.А. Влияние золошлаковых отходов ТЭС на плотность и прочность керамического черепка // Путь в науку. Прикладные науки. Строительство. 2019. № 29. С. 173–174.

9. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2020 года // Уголь. 2020. № 9. С. 35–47. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-35-47.

10. Горбачева Н.В. Угольная генерация в условиях нового индустриального развития // Мировая экономика и международные отношения. 2016. Т. 60, № 6. С. 42–51. DOI: 10.20542/0131-2227-2016-60-6-42-51.

11. Marsh P. The New Industrial Revolution: Consumers, Globalization and the End of Mass Production. New Haven, Yale University Press. 2012. 311 p.

12. Васильева В.Д. Топливо-энергетический комплекс России: проблемы и перспективы развития // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 2. С. 26–31.

13. Абдрахимов В.З. Получение керамических стеновых материалов на основе монтмориллонитовой глины и «хвостов» обогащения полиметаллических руд // Строительство и реконструкция. 2022. № 4. С. 132–138. DOI: 10.33979/2073-7416-2022-102-4-132-138.

14. Абдрахимов В.З. Влияние фосфорного шлака на технические показатели и фазовый состав керамического кирпича // Известия КГАСУ. 2024. № 3(69). С. 15–26. DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.2.

REFERENCES

1. Naryzhnaya N.Yu., Safronov E.G., Silinskaya E.M., Abdrakhimov V.Z. Economic and practical expediency of using ash slag and ferropyl of Aktobe region in the production of earthquake-resistant bricks. *Ugol' [Coal]*, 2021, no. 10, pp. 33–37. (in Russian) DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-33-37

2. Safronov E.G., Silinskaya E.M., Naryzhnaya N.Yu., Abdrakhimov V.Z. Ecological feasibility of ash and slag recycling in the production of wall materials

and optimization of ceramic masses according to technical indicators. *Ugol'* [Coal], 2021, no. 6, pp. 44–49. (in Russian) DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-44-49

3. Makarov D.V., Melkonyan R.G., Suvorova O.V., Kumarova V.A. Prospects for the use of industrial waste for the production of ceramic building materials. *Gornyy informacionno-analiticheskij byulleten'* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2016, no. 5, pp. 254–281. (in Russian)

4. Bashorina O.V. Theoretical and methodological foundations of greening the Russian economy. *Zhurnal jekonomicheskoy teorii* [Journal of Economic Theory], 2018, no. 3, pp. 243–247. (in Russian)

5. Abdrakhimov V.Z. Influence of ash and slag mixture on technical parameters using regression analysis and phase composition of ceramic bricks. *Izvestija KGASU* [News of KGASU], 2024, no. 2(68), pp. 92–104. (in Russian) DOI: 10.48612/NewsKSUAE/68.8

6. Abdrakhimov V.Z. Influence of argillite-like wastes of coal enrichment flotation on technical parameters and phase composition of ceramic bricks. *Izvestija vuzov. Stroitel'stvo* [News of Universities. Construction], 2025, no. 1, pp. 76–87. (in Russian) DOI: 10.32683/0536-1052-2025-793-1-76-87

7. Astafieva O.E. Use of ash and slag waste in the construction materials industry. *Ugol'* [Coal], 2024, no. 2, pp. 85–88. (in Russian) DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-85-88

8. Zadora P.A. Influence of ash-slag wastes of thermal power plants on the density and strength of ceramic shards. *Put' v nauku. Prikladnye nauki. Stroitel'stvo* [Path to science. Applied sciences. Construction], 2019, no. 29, pp. 173–174. (in Russian)

9. Tarazanov I.G., Gubanov D.A. Results of the coal industry in Russia for January-June 2020. *Ugol'* [Coal], 2020, no. 9, pp. 35–47. (in Russian) DOI: 10.18796/0041-5790-2020-9-35-47

10. Gorbacheva N.V. Coal generation in the context of new industrial development. *Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija* [World Economy and International Relations], 2016, vol. 60, no. 6, pp. 42–51. (in Russian) DOI: 10.20542/0131-2227-2016-60-6-42-51

11. Marsh P. The New Industrial Revolution: Consumers, Globalization and the End of Mass Production. New Haven, Yale University Press. 2012. 311 p.

12. Vasilyeva V.D. Fuel and energy complex of Russia: problems and development prospects. *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki* [Scientific Review. Pedagogical Sciences], 2019, no. 2, pp. 26–31. (in Russian)

13. Abdrakhimov V.Z. Production of ceramic wall materials based on montmorillonite clay and “tailings” of polymetallic ore beneficiation. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija* [Construction and Reconstruction], 2022, no. 4, pp. 132–138. (in Russian) DOI: 10.33979/2073-7416-2022-102-4-132-138

14. Abdrakhimov V.Z. Influence of phosphorus slag on technical parameters and phase composition of ceramic bricks. *Izvestija KGASU* [News of KGASU], 2024, no. 3(69), pp. 15–26. (in Russian) DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.2

Об авторах:

САФРОНОВ Евгений Геннадьевич

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономики промышленности
и производственного менеджмента
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

АБДРАХИМОВ Владимир Закирович

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры землеустройства и экологии
Самарский государственный экономический
университет
443090, Россия, г. Самара, ул. Советской Армии, 141
E-mail: 3375892@mail.ru

SAFRONOV Evgeny G.

PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Industrial Economics
and Production Management Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeiskaya st., 244
E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

ABDRAKHIMOV Vladimir Z.

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of the Land Management and Ecology Chair
Samara State University of Economics
443090, Russia, Samara, Soviet Army st., 141
E-mail: 3375892@mail.ru

Для цитирования: Сафронов Е.Г., Абдрахимов В.З. Экономическая и практическая целесообразность использования золошлаковой смеси и фосфорного шлака в производстве керамического кирпича на основе бентонитовой глины // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 61–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.08. For citation: Safronov E.G., Abdrakhimov V.Z. Economic and practical feasibility of using ash and slag mixture and phosphoric slag in the production of ceramic bricks based on bentonite clay. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 61–67. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.08.

Принята: 05.06.2025 г.



Д. В. ПОПОВ

УВЕЛИЧЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАБИВНЫХ СВАЙ ЗА СЧЁТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ОКОЛОСВАЙНОГО ПРОСТРАНСТВА

INCREASING THE BEARING CAPACITY OF THE DRIVEN PILES BY INCREASING THE STRENGTH OF THE SURROUNDING PILES SPACE

В статье приведены результаты лабораторных испытаний моделей забивных свай статической нагрузкой, околосвайное пространство которых было улучшено либо щебнем, либо стеклянной крошкой. Забивку модельных свай осуществляли в массив щебня или стеклянной крошки, которые укладывались в предварительно пробуренные скважины разного диаметра. Целью выполнения лабораторных исследований являлось повышение несущей способности забивной сваи за счёт улучшенного околосвайного пространства, которую сравнивали с такой же несущей способностью сваи, но только без улучшения. Полученные результаты исследований показали эффективность улучшения околосвайного пространства, что позволяет повысить несущую способность забивной сваи в основаниях с низкими численными показателями физико-механических характеристик. Помимо повышения несущей способности забивных свай, решается вопрос по вторичному применению отходов стекла, а соответственно улучшению экологической обстановки окружающей среды.

Ключевые слова: слабые основания, модельный грунт, буровая скважина, отходы стеклобоя, околосвайное пространство, забивная свая, несущая способность, лабораторные испытания

The article presents the results of laboratory tests of driven piles with static load, the near-pile space of which has been improved by crushed stone and glass chips. The model piles were driven into an array of crushed stone or glass chips, which were placed in pre-drilled wells of different diameters. The purpose of the laboratory studies was to increase the bearing capacity of the driven pile due to the improved near-pile space, which was compared with the same bearing capacity of the pile, but only without improving the near-pile space. The obtained research results have shown the effectiveness of improving the surrounding pile space, which makes it possible to increase the bearing capacity of the driven pile in foundations with low numerical indicators of physical and mechanical characteristics. In addition to increasing the bearing capacity of the driven piles, the issue of recycling glass waste is being addressed, and consequently improving the environmental situation of the environment.

Keywords: weak foundations, model soil, borehole, cullet waste, near-pile space, driven pile, bearing capacity, laboratory tests

Территории, отводимые под застройку, не всегда имеют основания с достаточными прочностными свойствами. Толщи грунтов таких оснований могут достигать десятков метров, что приводит к повышенному расходу материалов и общих затрат на возведение конструкций ну-

левого цикла. В большинстве случаев повышение численных значений физико-механических характеристик слабых оснований производят за счёт закрепления грунтов путём нагнетания в них специальных закрепляющих растворов, механическими способами улучшения харак-

теристик путём поверхностного и глубинного уплотнения, устройством грунтовых свай, армированием и пр. [1–3]. Все вышеописанные способы повышения несущей способности грунта требуют использования сложных механизмов, привлечения высококвалифицированного персонала, больших временных затрат [4, 5].

В предлагаемом исследовании представляется способ увеличения прочности околосвайного пространства забивной сваи за счёт применения щебня или отходов стекла [1, 2]. Щебень, как сыпучий материал, полученный путём дробления более крупных монолитных пород, широко применяется в строительстве в качестве как отдельных слоёв, например в дорожном строительстве, так и является составляющей частью какой-либо конструкции. В свою очередь стекло в строительстве, как изделие, применяется в качестве заполнителя оконных проёмов, облицовки и отделки ограждающих конструкций, из стеклянных блоков возводят конструкции перегородок, а также оно используется в качестве утеплителя, например стекловата или пеностекло. В данном случае при увеличении несущей способности околосвайного пространства применяются отходы стекла в виде боя.

Стекло – это твёрдый аморфный материал, полученный в процессе переохлаждения расплава, как инертный материал не вступает в химические реакции, не является токсичным, имеет длительный период разложения, не оказывает опасного влияния на окружающую среду и, в частности, на человека [6]. Следует отметить, что в России каждый год производится около 11 млн. тонн стекла, а на вторичную переработку поступает лишь 0,023 % от произведённого объема, а это говорит о том, что значительная часть стекла вывозится на полигоны твердых бытовых отходов, т. е. выводится из оборота.

Все исследовательские работы по повышению несущей способности забивной сваи за счёт повышения прочности околосвайного пространства проводились в лабораторных условиях в грунтовом лотке, имеющем диаметр 410 мм, глубину 500 мм. Модельным грунтом являлся песок мелкий, смешанный с машинным маслом (имитирующим влажность), плотностью $1,75 \text{ г/см}^3$ [7]. Модельные сваи в количестве двух штук изготовлены из дерева, с размерами постоянного поперечного сечения 15×15 и 20×20 мм, длиной 220 мм. Щебень, как элемент улучшения околосвайного пространства, имеет фракцию 3–5 мм, стекло представлено в виде крошки с размером частиц также 3–5 мм. Нагружение сваи производилось через рычажную систему ступенчатой нагрузкой, ступенями по 20 Н, а вертикальное её перемещение фиксиро-

валось индикатором часового типа с ценой деления шкалы 0,01 мм (ГОСТ 5686–2020 «Грунты. Метод полевых испытаний сваями»). Лабораторная установка показана на рис. 1.

В процессе исследования было проведено три серии экспериментов:

- в первой серии погружение свай осуществлялось в грунт без улучшения околосвайного пространства (рис. 2);
- во второй серии сваи погружались в грунт с улучшенным околосвайным пространством, выполненным с применением щебня;



Рис. 1. Лабораторная установка по статическому испытанию свай
Fig. 1. Laboratory installation for static testing of piles



Рис. 2. Погружённая модель сваи в грунт, без улучшения околосвайного пространства
Fig. 2. A submerged pile model in the ground, without improving the surrounding pile space

▪ в третьей серии свая погружалась в грунт с улучшенным околосвайным пространством, выполненным с применением боя стекла (рис. 3).

Устройство улучшения околосвайного пространства осуществлялось следующим образом. В модельном грунте пробуривались скважины диаметром $3d$ и $6d$ (где d – диаметр сваи), глубиной 250 мм, после чего их полости заполнялись послойно щебнем или стеклом с уплотнением ручным способом до отметки устья. После заполнения скважин в массив щебня или стекла погружалась модельная свая ударами киянкой по её оголовку на глубину 200 мм. После забивки свае давался отдых в течение 45



Рис. 3. Погружённая модель сваи в грунт с улучшенным околосвайным пространством с применением боя стекла

Fig. 3. A submerged pile model in the ground with an improved near-pile space using glass striking

мин. По истечении вышеуказанного времени на отдых, через рычажную систему на оголовок сваи передавалась нагрузка ступенями по 20 Н посредством приложения на вертикальный подвес рычажной системы грузов массой 1,0 кг. Приложение нагрузки на сваю происходило до момента достижения её осадки в 7,0 мм и более, после чего по осадке сваи величиной 7,0 мм определялась её несущая способность.

Всего было проведено по пять экспериментов в каждой серии для диаметров скважин $3d$ и $6d$, а также для свай 15×15 и 20×20 мм.

Для лучшего понимания результатов эксперимента предлагается упрощенная таблица.

Анализируя результаты проведённых лабораторных испытаний, можно сделать **вывод** о том, что несущая способность забивной сваи, чьё околосвайное пространство было улучшено щебнем, в среднем в 1,6 раза выше, чем у сваи без улучшения околосвайного пространства, а у сваи с улучшением околосвайного пространства стеклосилом – в среднем в 2,6 раза выше по сравнению с неулучшенным околосвайным пространством. По всей видимости, повышение несущей способности забивной сваи с улучшенным околосвайным пространством происходит следующим образом. В процессе постепенного погружения сваи ударной нагрузкой вокруг её боковой поверхности происходит доуплотнение заполнителя скважины, а также слоя грунта за стенками самой буровой скважины. При приложении ступенчатой нагрузки на оголовок сваи по боковой её поверхности возникают силы трения с элементами заполнителя. Заполнитель в свою очередь также за счёт сил трения включает в совместную работу уплотнённый грунт за стенкой скважины, что приводит к увеличению площади боковой поверхности, через которую передается нагрузка на основание. Увеличение

Сечение сваи, мм	Диаметр скважины, мм	Заполнение скважины, материал	Средняя несущая способность сваи при осадке 7,0 мм, Н
15×15	-	Без заполнения	66,9
	45	Щебень	70,0
		Стеклобой	188,6
	90	Щебень	149,6
		Стеклобой	161,3
20×20	-	Без заполнения	67,3
	60	Щебень	111,7
		Стеклобой	202,8
	120	Щебень	73,5
		Стеклобой	189,9

несущей способности забивной сваи произойдет также и под её пятой за счёт сформированного уплотнённого грунтового ядра, которое будет включать в себя фрагменты щебня или стекла.

Следует также отметить, что при повышении несущей способности сваи за счёт применения отходов стекла решается и экологический вопрос, а именно то, что стеклобой будет использоваться повторно и соответственно его применение в строительстве будет способствовать улучшению экологической обстановки и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов Д.В. Дисперсное армирование искусственного основания отходами стеклобой // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 3. С. 85–88. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.10.
2. Попов Д.В., Попов В.П. Усиление оснований дисперсным армированием из пластиковых отходов // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 3. С. 70–77. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.10.
3. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: АСВ, 2010. 240 с.
4. Землянский А.А. Активное армирование слабых грунтов при строительстве крупноразмерных резервуаров // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2006. С. 15–18.
5. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. М.: Стройиздат, 1973. 375 с.
6. Чумаченко Н.Г., Тюрников В.В., Попов В.П. Роль шлифовального шлама в процессе кристаллизации стекла // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 2. С. 85–89. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.12.

Об авторе:

ПОПОВ Дмитрий Валериевич

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительной механики, инженерной геологии, оснований и фундаментов
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: popov38@yandex.ru

7. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения: 2-е изд., доп. и перераб. / под общ. ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. М.: АСВ, 2016. 1040 с.

REFERENCES

1. Popov D.V. Disperse reinforcement of artificial base with glass waste. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 85–88. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.10
2. Popov D.V., Popov V.P. Reinforcement of bases with dispersed reinforcement from plastic waste. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 70–77. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.10
3. Mangushev R.A., Ershov A.V., Osokin A.I. *Sovremennye svajnye tehnologii. 2-e izd., pererab. i dop.* [Modern pile technologies. 2nd ed., Revised and add.]. Moscow, ASV, 2010. 240 p.
4. Zemlyansky A.A. Active reinforcement of weak soils during construction of large-sized tanks. *Osnovaniya, fundamenti i mehanika gruntov* [Foundations and soil mechanics], 2006, pp. 15–18.
5. Goldstein M.N. *Mekhanicheskie svoystva gruntov* [Mechanical properties of soils]. Moscow, Stroyizdat, 1973. 375 p.
6. Chumachenko N.G., Tyurnikov V.V., Popov V.P. Role of Grinding Sludge in the Process of Glass Crystalization. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 85–89. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.12
7. Mangushev R.A., Ilyichev V.A. *Spravochnik geotekhnika. Osnovaniya, fundamenti i podzemnye sooruzheniya: 2-e izd., dop. i pererab.* [Directory of geotechnics. Foundations and underground structures: 2nd ed., add. And rework.]. Moscow, ASV, 2016. 1040 p.

POPOV Dmitry V.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Structural Mechanics, Engineering Geology, Bases and Foundations Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: popov38@yandex.ru

Для цитирования: Попов Д.В. Увеличение несущей способности забивных свай за счёт повышения прочности околосвайного пространства // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 68–71. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.09.

For citation: Popov D.V. Increasing the bearing capacity of the driven piles by increasing the strength of the surrounding piles space. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 68–71. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.09.

Принята: 22.04.2025 г.

Н. Л. ТАРАНУХА
К. Ю. АНАНИН
М. Ю. НОВИКОВ
И. Д. КАНАКОВ

РАЗВИТИЕ ДОМОСТРОЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ – ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

DEVELOPMENT OF HOUSE CONSTRUCTION TAKING INTO ACCOUNT
ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES – APPLICATION OF HYBRID
ENERGY EFFICIENCY SYSTEMS

Рассмотрены способы получения энергии из возобновляемых источников энергии (солнечного излучения и ветра) для применения в сфере градостроительства. Показаны принципы работы солнечных панелей и ветрогенераторов. Приведены рекомендации по их монтажу и эксплуатации для строительства энергоэффективных зданий. На примере Удмуртской Республики приведен расчет необходимой мощности солнечных панелей и ветрогенераторов, рассчитан срок окупаемости.

Ключевые слова: ветрогенератор, солнечные панели/батареи, энергоэффективное здание, возобновляемые источники энергии, энергосбережение, экология, солнечная энергия

The article discusses methods for generating electricity from renewable energy sources (solar radiation and wind) for use in urban development. The operating principles of solar panels and wind generators are shown. Recommendations for their installation and operation for the construction of energy-efficient buildings. Using the example of the Udmurt Republic, the calculation of the required capacity of solar panels and wind generators is given, and the payback period is calculated.

Keywords: wind turbine, solar panels/batteries, energy-efficient building, renewable energy sources, energy saving, ecology, solar energy

Введение

С каждым годом современное градостроительство расширяется – многоэтажные сооружения становятся доминирующими, что создает потребность в возведении более высоких зданий в качестве композиционных акцентов. Это позволяет формировать новый, запоминающийся силуэт города и его панорам. В современных мегаполисах высотные здания не только обеспечивают жилье и рабочие пространства, но и становятся важными элементами городской эстетики. Они помогают выделить ключевые места, задают тон для всей городской среды и способствуют созданию узнаваемых ландшафтов. Таким образом, за счет интеграции высотных объектов в архитектурный облик городской ландшафт обретает индивидуальность и характер, привлекая внимание как жителей, так и туристов. Это, в свою очередь, вносит вклад в развитие городской культуры, делает города более привлекательными для жизни и посещения и задает необходимость применения новых технологий, направленных,

в том числе, на решение экологических и экономических аспектов.

Применение гибридных систем на зданиях, сочетающих солнечные панели и устройство ветровых установок, позволяет обеспечить стабильное и экологическое энергоснабжение, а самое главное – снизить затраты на электроэнергию.

В солнечные дни здание получает основную часть электроэнергии от солнечных панелей, а в пасмурные дни или в ветреную погоду – за счёт ветрогенератора.

Фотоэлектрические батареи, более известные как солнечные панели, являются одним из самых чистых и надежных методов получения возобновляемой энергии. Каждая панель состоит из фотоэлектрических элементов, которые активируются под воздействием лучей солнца, поглощая их и преобразуя в чистую электроэнергию.

В состав гибридных систем энергосбережения входят ветрогенераторы, солнечные панели, инвертор, контроллер и накопитель заряда. В зависимости от конкретных потребностей по-

требителя и особенностей расположения объекта характеристики каждого из компонентов подбираются индивидуально.

Обычно солнечные панели монтируются на крышах или фасадах зданий, а ветрогенераторы – на мачтах на прилегающей территории. Все компоненты объединяются в электрическую цепь. Окупаемость проекта зависит от стоимости компонентов системы, сложности монтажа и от общего энергопотребления системы и в среднем составляет от 7 до 15 лет.

Солнечные панели становятся все более популярными, однако очень мало людей понимают принцип их работы и сталкивались с ними. Даже те, кто живут в домах или работают в офисах, питающихся от фотоэлектрических батарей, чаще всего не видели их вблизи. Объяснение есть – в течение многих лет солнечные батареи были большими и неприглядными устройствами, которые устанавливали на крышах домов; за счет размеров они давали больше энергии. Но сейчас благодаря новой технологии производства появилась возможность устанавливать компактные солнечные батареи в жилых и офисных зданиях на фасадах.

Цель научной статьи – рассмотреть и проанализировать развитие домостроения с учетом энергоэффективности, в качестве которого выступает применение фасадных солнечных батарей и ветровых установок; оценить потенциал и экономическую эффективность применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в домостроении.

Развитие энергоэффективности

На сегодняшний день для стимулирования застройщиков, реализующих проекты энергоэффективных зданий, выделено 64 млрд руб. до 2030 года. Эта программа финансирования запущена еще в 2016 году. Построенные к тому времени дома оцениваются по фактическому потреблению энергоресурсов, а в проекты новостроек рекомендовано внедрять энергоэффективные технологии. В связи с этим каждому дому присваивается класс энергоэффективности (A++, A+, A, B, C, D, E, F и G) [1] с занесением в Единую информационную систему жилищного строительства (ЕИСЖС).

В соответствии с постановлением правительства РФ от 21 сентября 2021 г. № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации» сооружение относится к «зеленым», если оно соответствует классам A, A+ или A++. Основ-

ной показатель энергоэффективности – снижение потребления энергии более чем на 20 % (в кВт·ч/м²) [2].

Согласно региональной программе реновации, жилые дома должны иметь класс энергоэффективности не ниже уровня B и обеспечивать экономии ресурсов от 30 до 60 % относительно устаревшего пятиэтажного фонда. С 1 января 2016 года удельное потребление энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжение должно быть не более 130 кВт·ч/м² в год для домов высотой 12 этажей и более, что на треть меньше потребления «хрущёвок». В информационном письме заместителя мэра Москвы и Правительства Москвы от 1 октября 2012 года № 25–11–3073/2–2 «О требованиях к проектной документации в части энергоэффективности» даны специальные методические рекомендации застройщикам, реализующим столичные госзаказы.

В настоящее время функционирует несколько национальных стандартов в области энергоэффективности, и они часто подвергаются обновлениям, что вполне допустимо в первые годы работы системы [2].

Уход с российского рынка иностранных компаний, способных внедрить национальные стандарты энергоэффективности в строительство (LEED, BREEAM, DGNB и др.), послужил толчком для отечественных производителей в разработке своих собственных проектов для повышения конкурентоспособности. Для эффективного развития энергоэффективности в строительной сфере требуется разнообразие технологий и товаров. В том числе и с учетом предложенных на рынке китайских производителей [2]. Это имеет решающее значение, поскольку по итогам первой половины 2024 года объем нераспроданных жилых помещений составил более 76,9 млн м². Кроме того, значительное уменьшение расходов на коммунальные услуги является сильным доводом в пользу застройщика на рынке недвижимости.

С целью улучшения энергоэффективности зданий сегодня используются как традиционные, так и современные методы.

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) повышает себестоимость недвижимости на начальных этапах эксплуатации, но в дальнейшем позволит значительно сэкономить на коммунальных платежах, повысить уровень комфорта и снизить негативное влияние на окружающую среду.

Основным нормативным документом, регламентирующим эксплуатацию электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии, является группа национальных стандартов РФ ГОСТ Р 56124-2014. Документ

является аналогом группы международных стандартов IEC/TS 62257:2005.

Перспективы развития энергосберегающих технологий

Солнечные батареи

Ежесекундно на поверхность Земли от Солнца поступает такое количество энергии, которое превышает суммарно потребляемую энергию во всём мире в 10 000 раз (около $1,2 \times 10^{12}$ Вт). Однако на практике такая эффективная впечатляющая статистика еще далека от совершенства по экономическим и техническим причинам.

В отличие от Европейских стран, в России использование солнечной энергии распространено недостаточно широко (на 2022 год всего 0,2 % от всей энергетической отрасли). С другой стороны, за счет большого количества свободных территорий (земель), а также благодаря исследованиям [3–6] в данной области (Сколковского института науки и технологий, Института неорганической химии им. А. В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук, Института проблем химической физики Российской академии наук), имеется высокий потенциал развития отрасли. В том числе и при проектировании энергоэффективных зданий.

В некоторых городах и областях России уже функционируют небольшие экспериментальные деревни (например в Краснодарском крае) и отдельные дома (в Москве, Владивостоке, Екатеринбурге, Уфе и др.).

Солнечные панели представляют собой один из самых экологически чистых и надежных способов производства возобновляемой энергии. Каждая панель состоит из фотоэлектрических элементов, которые активируются солнечным светом, поглощая его и преобразуя в чистую электрическую энергию.

С точки зрения строительства энергоэффективных зданий, еще недавно установка солнечных панелей была возможна только на крышах, т. е. в горизонтальном положении, с целью поглощения в такой ориентации большего количества солнечной энергии. Но за счет дальнейшего развития, технологии производства позволяют изготавливать и устанавливать компактные солнечные панели не только на крышах, но и на фасадах частных и многоквартирных жилых домов, а также на офисных и промышленных зданиях.

В Германии командой студентов Дармштадтского технического университета разработано двухэтажное здание в форме куба, поверхность крыши которого покрыта сорока

солнечными панелями, а фасад выполнен из панелей CIGS (рис. 1) [7]. Суммарная мощность системы составляет около 11,1 кВт. Ожидаемая вырабатываемая энергия должна превосходить потребляемую энергию здания в два раза.

Анализ рынка показывает, что сейчас представлены различные варианты облицовочных солнечных панелей для крыш и фасадов зданий, например панели немецкой фирмы Bekar Europe GmbH (рис. 2), которые отличаются простотой монтажа и эстетичным внешним видом [8].

При монтаже солнечных панелей должен учитываться ряд факторов, таких как ориентация по отношению к солнцу и угол наклона, обеспечивающих ее максимальную эффективность. Также необходимо минимизировать влияние внешних негативных факторов: пыль, влага, снег, механические повреждения и т. д.



Рис. 1. Здание с навесным фасадом из фотоэлектрических батарей [7]

Fig. 1. Building with curtain wall facade made of photovoltaic panels [7]

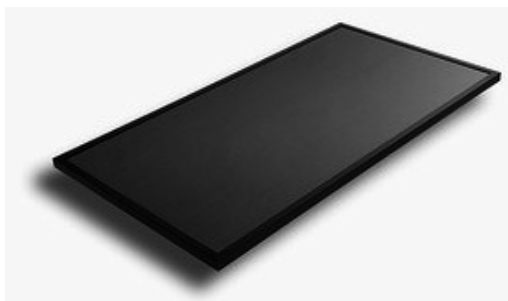


Рис. 2. Солнечная панель фирмы Bekar Europe GmbH [8]

Fig. 2. Solar panel from Bekar Europe GmbH [8]

Это требование обязывает проводить периодическую профилактику поверхности панелей. Еще одним немаловажным фактором является температурный режим эксплуатации, который в среднем находится в диапазоне от минус 40 до плюс 50 °С. Превышение указанного диапазона будет значительно влиять на эффективность преобразования солнечной энергии и длительность эксплуатационного периода.

Для обеспечения максимальной эффективности работы солнечных панелей следует руководствоваться следующими факторами:

- ориентация;
- угол наклона;
- затененность.

При выборе ориентации солнечной панели предпочтение отдается южному направлению, однако в некоторых случаях, из-за особенностей расположения здания, допускается ориентация в юго-восточном и юго-западном направлениях.

Отклонение от оптимального угла наклона менее 50° незначительно снижает эффективность преобразования солнечной энергии (менее 5 %). Изменение ориентации панели в западном или восточном направлениях снижает эффективность на 20 %.

Максимальное количество энергии солнечная панель получает, когда она установлена под углом от 15 до 90°. Угол в 15° считается минимальным для эффективной работы панели, так как обеспечивается естественная очистка от пыли и загрязнений. Для европейской части России оптимальным углом наклона считается диапазон от 30 до 60°.

Затененность солнечной панели является важным фактором при выборе места эксплуатации, поскольку даже небольшое попадание тени может значительно снизить эффективность всей системы. Перед установкой необходимо учитывать особенности ландшафта, расположение деревьев, зданий, линий электропередач, а также обеспечить оптимальное взаимное расположение панелей.

В зависимости от особенностей конструкции здания существует несколько способов монтажа солнечных панелей:

- горизонтальный (на плоские крыши);
- наклонный (на скатные крыши);
- свободностоящий (на специальных опорных конструкциях, без привязки к какому-либо объекту, полевой монтаж);
- интегрированный (солнечная панель является частью конструкции объекта, таких как окна, фасады).

Архитектура меняется с изобретением солнечных панелей. Этот новый вид солнеч-

ных батарей встраивается непосредственно в оболочку фасада. Гладкие панели становятся новым элементом дизайна в Европе и России. Навесные фасады из фотоэлектрических панелей создаются с помощью прозрачного или полупрозрачного остекления. Они не только наполняют внутренние помещения солнечным светом, но и выполняют более важную функцию – получение чистой электроэнергии.

Фасады на солнечных батареях получили признание в архитектуре и обществе, благодаря созданию экологически чистых решений.

В России готовых проектов с солнечными фасадами пока нет. Но в Уфе в 2021 году заявили о строительстве первого в стране жилого комплекса с фасадами из солнечных батарей общей площадью более 12 тыс. м². Согласно проекту, композитные панели заменят на фотоэлектрическую систему. Энергии должно хватить на снабжение лифтов и освещение всех внутренних помещений.

В Уральском федеральном университете на одном из корпусов установлена самая крупная на Урале фасадная солнечная электростанция (рис. 3). Ожидаемая пиковая мощность до 100 кВт позволит освещать 12-этажное здание университета [9].

Еще один проект в уральской столице – жилые дома в Академическом городке с солнечными панелями, установленными с южной и юго-западной сторон на парапетной части крыши (рис. 4) [10].



Рис. 3. Фасад одного из корпусов Уральского федерального университета в Екатеринбурге [9]

Fig. 3. The facade of one of the buildings of the Ural Federal University in Yekaterinburg [9]



Рис. 4. Жилой дом в Академическом городке Екатеринбурга [10]
Fig. 4. Residential building in the Academic town of Yekaterinburg [10]

Одним же из самых масштабных проектов в России по строительству жилых домов с интегрированными солнечными панелями является ЖК «Умный дом Гелиос» в Уфе (рис. 5). Суммарная мощность солнечного фасада, направленная на работу лифтов, освещение холлов, лестничных площадок и работу домофонов, превышает 180 кВт [11].



Рис. 5. ЖК «Умный дом Гелиос» в Уфе [11]
Fig. 5. Residential complex «Smart House Helios» in Ufa [11]

Ветровые установки

Ветровые установки используют энергию ветра для выработки электроэнергии. Они могут быть установлены на крышах зданий или вблизи них и обеспечивать непрерывное производство электроэнергии даже в отсутствие солнечного света или при слабом ветре. Перед выбором ветровой установки следует провести анализ о целесообразности его применения, а именно учесть:

- общее средневзвешенное количество дней с силой ветра более 3 м/с;
- примерную потребность в электроэнергии;
- возможность установки ветрогенератора.

Типовая схема установки с потребителями приведена на рис. 6.

Пример подбора солнечных панелей и ветроэнергетических установок на примере Удмуртской Республики

Удмуртская Республика относится ко II климатическому району, подрайону IIВ и расположена в I ветровом районе. По данным интегрированной приземной базы данных (ISD), которую ведет и публикует крупнейший в мире активный архив экологических данных Национальный центр экологической информации (NCEI) в Ижевске, столице Удмуртской Республики, средняя почасовая скорость ветра испытывает умеренные сезонные колебания

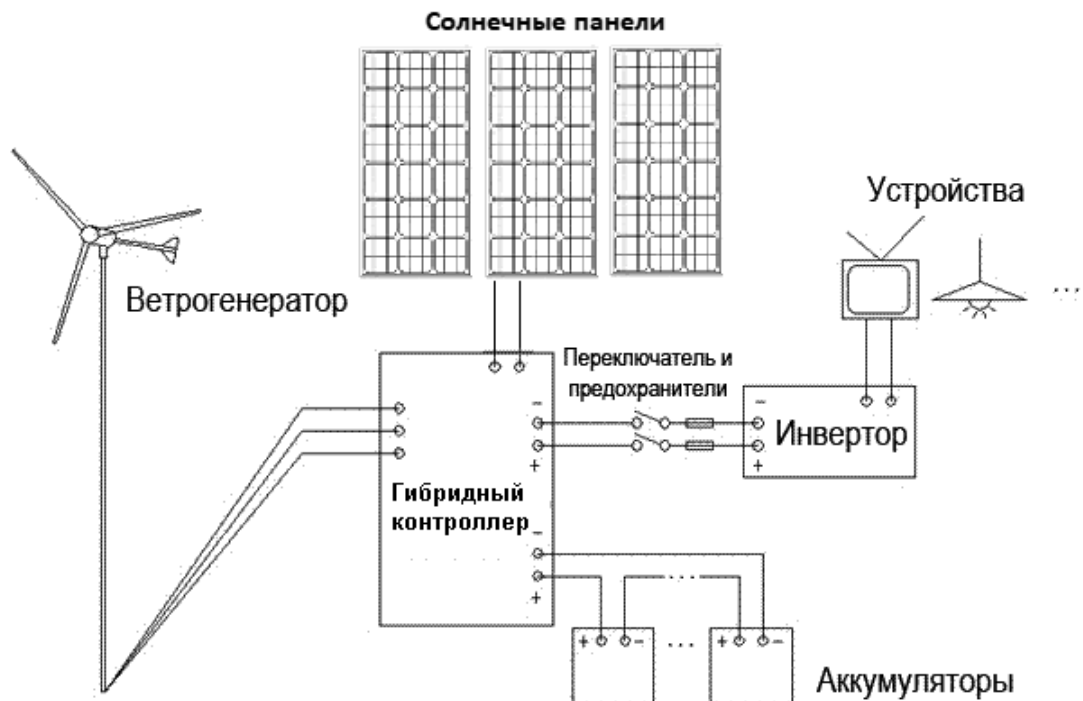


Рис. 6. Типовая схема ветрогенератора с потребителями [12]
Fig. 6. Typical diagram of a wind generator with consumers [12]

в течение года. Более ветреная часть года длится 7,6 мес. (с 3 октября по 21 мая), со средней скоростью ветра более 11,0 км/ч (более 3,06 м/с). Самый ветреный месяц в году в Ижевске – февраль, со среднечасовой скоростью ветра 12,8 км/ч (3,56 м/с). Более спокойное время года длится 4,4 мес. (с 21 мая по 3 октября).

Самый спокойный месяц в году – июль, со среднечасовой скоростью ветра 8,9 км/ч (2,47 м/с).

Расчетным методом определена средняя нагрузка $E_{\text{СУТ}}$ для обеспечения нужд многоквартирного дома, которая составила около 702,16 кВт·ч в сутки. Расчет произведен на основе эксплуатации наиболее востребованных электроприборов (холодильник, телевизор, чайник, лампа, электроплита, стиральная машина, компьютер, уют и т. д.), их мощности и времени работы в сутки.

Для выбора оптимальной ветряной установки необходимо [13]:

1) определить среднюю скорость ветра (выбирается на основе карты ветров (рис. 7) [14], для Ижевска равна 4,5 м/с [15]);

2) определить среднечасовое энергопотребление объекта:

$$E_{\text{ЧАС}} = \frac{E_{\text{СУТ}}}{24} = \frac{702,16 \text{ кВт} \cdot \text{ч}}{24} = 29,26 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

3) определить номинальную мощность ВЭУ, которая может быть применена для энергоснабжения исследуемого объекта:

$$P_{\text{СПЕЦ}} = \frac{E_{\text{ЧАС}}}{1} = 29,26 \text{ кВт}.$$

При выборе энергетической установки необходимо убедиться, что ее мощность $P_{\text{ВЭУ}}$ превышает месячное потребление энергии $E_{\text{МЕС}}$:

$$E_{\text{МЕС}} = E_{\text{СУТ}} \cdot 30 = 21\,065 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

То есть должно быть обеспечено условие:

$$P_{\text{ВЭУ}} > E_{\text{МЕС}}.$$

Помимо этого, следует отдавать предпочтение малым ветровым установкам в связи с более продуктивной работой на слабых ветрах.

В процессе расчетов в качестве энергогенерирующего оборудования выбрана вертикально-осевая ветроэнергетическая установка ВЭУ 15 кВт «Энергия» («Модель 6») [16] в количестве 8 штук. Средняя выработка электроэнергии за календарный месяц для этой модели составляет 3 000 кВт·ч. Тогда для восьми ветроэнергетических установок выработка электроэнергии за календарный месяц $P_{\text{ВЭУ}}$ будет:

$$P_{\text{ВЭУ}} = 8 \cdot 3\,000 = 24\,000 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$



Рис. 7. Карта ветров России [14]
Fig. 7. Wind map of Russia [14]

что удовлетворяет вышеприведённому условию ($24000 > 21065$ кВт·ч).

Рабочая скорость ветра выбранной ветроэнергетической установки – от 3 до 30 м/с, уровень шума – не более 45 дБ.

Выбраны солнечные панели SilaSolar мощностью 550 Вт в количестве 338 шт., расположенные на фасаде многоквартирного дома под оптимальным углом 57° .

Экономическая эффективность возобновляемых источников энергии

Экономическая эффективность оценивается с помощью математических моделей, которые учитывают такие показатели, как срок окупаемости, прирост чистой прибыли и дополнительные годовые эксплуатационные издержки. Простые критерии оценки применяются для малозатратных мероприятий, где единовременные затраты осуществляются в короткие сроки и достигнутые технико-экономические результаты остаются неизменными в течение последующих лет эксплуатации.

Окупаемость солнечных батарей зависит от множества факторов, включая стоимость самих батарей, тарифы на электроэнергию, уровень потребления и другие экономические условия. Министерство строительства и жилищной политики Удмуртской Республики утвердило тариф за электроэнергию на первое

полугодие 2025 года: для городского населения он составит 5,04 руб./кВт·ч [17]. Таким образом, срок окупаемости солнечных панелей составит 8 лет при цене одной панели 26752 руб. и усредненными расходами на обслуживание. Диаграмма окупаемости солнечных батарей представлена на рис. 8.

Расчет себестоимости ветроэнергетической установки $C_{ВЭУ}$ производится по формуле, учитывающей себестоимость ВЭУ15 мощностью 1 кВт и возрастание на 1 кВт с повышением 30 % себестоимости:

$$C_{ВЭУ} = ВЭУ15 \cdot (1 + 0,3 \cdot (N - 1)),$$

где ВЭУ15 – себестоимость установки; N – номинальная мощность ВЭУ, кВт.

Тогда получим:

$$C_{ВЭУ} = 382\,700 \cdot (1 + 0,3 \cdot (15 - 1)) = 1\,990\,040 \text{ руб.}$$

Окупаемость ветроэнергетической установки рассчитать чрезвычайно сложно, так как эта величина зависит от многих обстоятельств – начальной цены (т. е. цены ветроэнергетической установки с учетом доставки и монтажа), реальной скорости ветра в регионе, стоимости киловатт-часа, периодичности обслуживания, необходимости ремонта и т. д.

Срок окупаемости ВЭУ $T_{ВЭУ}$ вычисляется по формуле

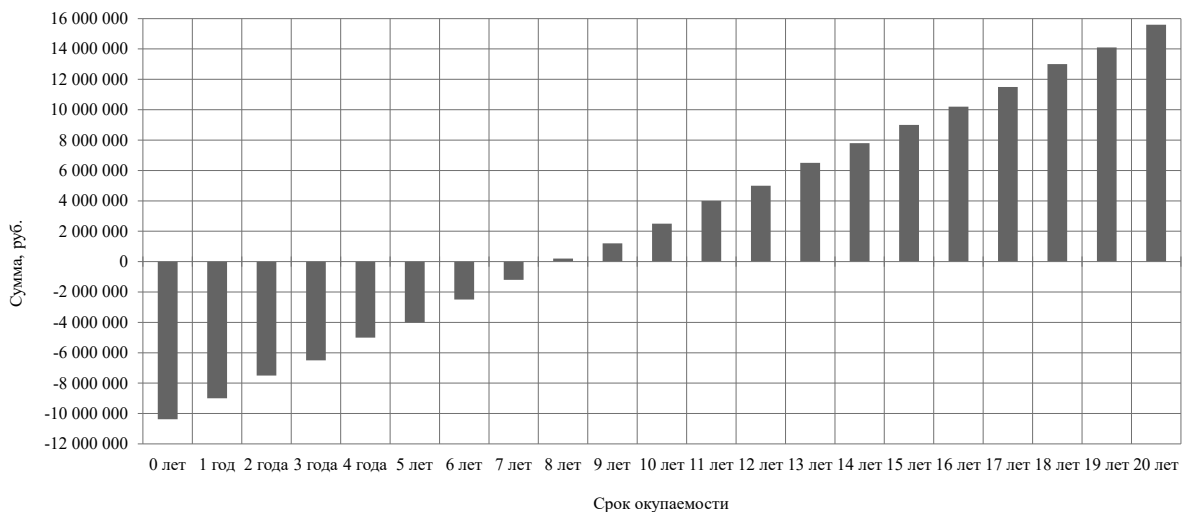


Рис. 8. Диаграмма окупаемости солнечных батарей
Fig. 8. Solar Panel Payback Chart

$$T_{\text{ВЭУ}} = \frac{C_{\text{ВЭУ}} + I_0 + I_p}{E_{\text{Год}} \cdot C},$$

где $E_{\text{Год}}$ – годовая выработка электроэнергии в годах; I_0 – издержки на обслуживание ВЭУ (они составляют, как правило, не более 20 % от $C_{\text{ВЭУ}}$ за весь срок эксплуатации ВЭУ); I_p – издержки на ремонт ВЭУ (на практике при эксплуатации ВЭУ известных производителей они практически равны нулю); C – стоимость 1 кВт·ч.

Тогда получим:

$$T_{\text{ВЭУ}} = \frac{1\,990\,040 + 398\,008 + 0}{29\,376 \cdot 4,63} = 17,56 \text{ лет.}$$

Полученный срок окупаемости ВЭУ является достаточно высоким. Как правило, максимальный срок окупаемости, принимаемый к рассмотрению, составляет 20 лет.

Гибридные системы на основе солнечных панелей и ветровых установок позволяют сочетать преимущества обоих источников энергии и обеспечить более стабильное энергоснабжение. Они включают в себя устройства для накопления и распределения энергии, что позволяет использовать ее даже при отсутствии солнечного света или ветра. Однако применение гибридных систем ВИЭ на зданиях связано с рядом проблем, таких как высокие первоначальные затраты на установку, необходимость в техническом обслуживании и ремонте, а также возможные потери энергии при ее передаче и распределении. Тем не менее развитие технологий и повышение эффективности солнечных панелей и ветровых установок, а также снижение стоимо-

сти их установки и обслуживания [18] могут способствовать расширению применения гибридных систем и повышению их конкурентоспособности на рынке. Таким образом, применение гибридных систем с солнечными панелями и ветровыми установками может стать одним из решений для обеспечения экологической и экономически эффективной энергосистемы зданий. Дальнейшее развитие и совершенствование технологий ВИЭ и их интеграция с традиционными системами энергоснабжения могут способствовать снижению зависимости от ископаемых источников энергии и улучшению экологии.

Выводы

В результате проведенного исследования была изучена эффективность использования возобновляемых источников энергии в строительстве. Определено оптимальное размещение солнечных панелей и ветряных установок на исследуемом объекте, а также расчетным методом определена пиковая нагрузка и подобраны соответствующие установки. Показаны преимущества и недостатки интеграции возобновляемых источников энергии в строительстве.

Определены сроки окупаемости энергетических установок и сделан вывод о наличии потенциала и экономической эффективности использования ВИЭ.

В настоящее время солнечная энергия остается довольно затратным вариантом, однако уверенно можно сказать, что пройдет всего 5–10 лет и применение солнечных панелей станет экономически выгодным. Фасадные системы в будущем, помимо своей защитной

и декоративной роли, начнут выполнять функции источника электроэнергии.

Использование гибридных электростанций, которые комбинируют солнечную энергию и силу ветра для генерации электроэнергии, представляют собой одно из наиболее эффективных решений для электрификации удаленных районов. В общих сетях населенных пунктов они выполняют функции резервных и дополнительных источников питания.

В труднодоступных местах со сложным рельефом прокладка электрических линий передач сопряжена со сложностями и высокими денежными затратами, поэтому для таких регионов использование гибридных ВИЭ наиболее перспективно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации № 399/пр. от 06 июня 2016 «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».
2. Энергоэффективность зданий становится обязательным стандартом для девелоперов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/esg/regulation/articles/2024/10/07/1066995-energoeffektivnost-zdaniy-stanovitsya-obyazatelnim-standartom-dlya-developerov> (дата обращения: 04.01.2025).
3. Жидкокристаллические малые молекулы: ключ к повышению эффективности перовскитных солнечных батарей // Актуальные проблемы органической химии – 2024: сборник тезисов Всероссийской молодежной научной школы-конференции / А.Н. Живчикова, М.М. Теплякова, И.Е. Кузнецов и др. 2024. С. 157.
4. Патент РФ на изобретение № 2789133/30.01.2023. Сопряженный полимер на основе замещенного флуорена, бензотиадиазола и тиофена и его применение в перовскитных солнечных батареях / И.Е. Кузнецов, М.И. Устинова, П.А. Трошин и др.
5. Аккуратов А.В. Синтез новых сопряженных полимеров на основе тиофена и бензотиадиазола – перспективных фотоактивных материалов для органических солнечных батарей: дис. ... канд. хим. наук. Черноголовка, 2015. 171 с.
6. Usoltsev A.N., Adonin S.A., Abramov P.A. et al. Polymeric iodobismuthates {[Bi₃I₁₀]} and {[BiI₄]} with N-heterocyclic cations: promising perovskite-like photoactive materials for electronic devices. *Journal of Materials Chemistry A*. 2019. V. 7. N. 11. P. 5957–5966. DOI: 10.1039/C8TA09204D.
7. Etherington R. Solar Decathlon house by Technische Universität Darmstadt [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dezeen.com/2009/10/16/solar-decathlon-house-by-technische-universitat-darmstadt> (дата обращения: 04.01.2025).
8. Bekar Europe GmbH [Электронный ресурс]. URL: <https://www.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/59171> (дата обращения: 04.01.2025).
9. В УрФУ установили самую крупную на Урале фасадную солнечную электростанцию [Электронный ресурс]. URL: <https://urfu.ru/ru/news/52190> (дата обращения: 21.01.2025).
10. В Академическом внедряют новые энергоэффективные решения [Электронный ресурс]. URL: <https://akademicheskii.org/news/2023-03-22/> (дата обращения: 04.01.2025).
11. Гелиос – первый в России масштабный проект жилого дома с солнечными панелями [Электронный ресурс]. URL: <https://stroifed.ru/news/28> (дата обращения: 04.01.2025).
12. Термодинамика. Схемы работы солнечной электростанции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.termocool.ru/products/shemy-raboty-solnechnoj-elektrostantsii> (дата обращения: 04.01.2025).
13. Кирпичникова И.М., Соломин Е.В. Ветроэнергетические установки: расчет параметров компонентов. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. 70 с.
14. Национальный атлас России. Климат. Ветровой режим [Электронный ресурс]. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/172.html> (дата обращения: 18.01.2025).
15. Климат и средняя погода круглый год в Ижевске [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.weatherspark.com/y/105337/Обычная-погода-в-Ижевск-Россия-весь-год> (дата обращения: 18.01.2025).
16. Вертикально-осевая ветроэнергетическая установка «ВИЭ» 15 кВт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vsenerdgi.ru/product/vertikalno-osevaya-vetroenergeticheskaya-ustanovka-vie-15kvt/> (дата обращения: 18.01.2025).
17. Министерство строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Удмуртской Республики. С 1 января 2025 года изменятся значения диапазонов потребления электроэнергии в Удмуртии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.minstroy.ru/node/8325> (дата обращения: 18.01.2025).
18. Чиркова Е.В. Использование теплоты солнечной энергии в животноводческих зданиях // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 3. С. 56–62. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.8.

REFERENCES

1. Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal Services of the Russian Federation No. 399/pr. June 06, 2016 "On approval of the Rules for determining the class of energy efficiency of apartment buildings".
2. Energy efficiency of buildings becomes a mandatory standard for developers. Available at: <https://www.vedomosti.ru/esg/regulation/articles/2024/10/07/1066995-energoeffektivnost-zdaniy-stanovitsya-obyazatelnim-standartom-dlya-developerov> (accessed 04 January 2025).

3. Zhivchikova A.N., Teplyakova M.M., Kuznetsov I.E. et al. Liquid crystal small molecules: Key to improving efficiency of perovskite solar. *Aktual'nye problemy organicheskoy himii – 2024: Sbornik tezisev Vserossiyskoy molodezhnoy nauchnoy shkoly-konferencii* [Topical problems of organic chemistry - 2024: Collection of theses of the All-Russian Youth Scientific School-Conference]. 2024, P. 157.
4. Kuznetsov I.E., Ustinova M.I., Troshin P.A. et al. *Sopryazhennyj polimer na osnove zameshhennogo fluorena, benzotiadiazola i tiofena i ego primenenie v perovskitnykh solnechnykh batarejah* [Substituted fluorene, benzothiadiazole and thiophene conjugate polymer and its use in perovskite solar cells]. Patent RF, no. 2789133, 2023.
5. Akkuratov A.V. *Sintez novykh sopryazhennykh polimerov na osnove tiofena i benzotiadiazola – perspektivnykh fotoaktivnykh materialov dlya organicheskikh solnechnykh batarej*. Cand, Diss. [Synthesis of new conjugated polymers based on thiophene and benzothiadiazole – promising photoactive materials for organic solar cells. Cand. Diss.]. Chernogolovka, 2015. 171 p.
6. Usoltsev A.N., Adonin S.A., Abramov P.A. et al. Polymeric iodobismuthates {[Bi3I10]} and {[BiI4]} with N-heterocyclic cations: promising perovskite-like photoactive materials for electronic devices. *Journal of Materials Chemistry A*. 2019. V. 7. N. 11. P. 5957–5966. DOI: 10.1039/C8TA09204D.
7. Etherington R. Solar Decathlon house by Technische Universität Darmstadt [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dezeen.com/2009/10/16/solar-decathlon-house-by-technische-universitat-darmstadt> (дата обращения: 04.01.2025).
8. Bekar Europe GmbH [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/59171> (дата обращения: 04.01.2025).
9. *The largest facade solar power plant in the Urals was installed in UrFU*. Available at: <https://urfu.ru/ru/news/52190> (accessed 21 January 2025).
10. *Akademicheskyy introduces new energy-efficient solutions*. Available at: <https://akademicheskiiy.org/news/2023-03-22-/> (accessed 04 January 2025).
11. *Helios - Russia's first large-scale project of a residential building with solar panels*. Available at: <https://stroifed.ru/news/28> (accessed 04 January 2025).
12. *Thermodynamics. Schemes of solar power plant operation*. Available at: <http://www.termocool.ru/products/shemy-raboty-solnechnoy-elektrostantsii> (accessed 04 January 2025).
13. Kirpichnikova I.M., Solomin E.V. *Vetrojenergeticheskie ustanovki raschet parametrov komponentov* [Wind power plants calculation of component parameters]. Chelyabinsk, SUSU Publishing Center, 2013. 70 p.
14. *National Atlas of Russia. Climate. Wind regime*. Available at: <https://nationalatlas.ru/tom2/172.html> (accessed 18 January 2025).
15. *Climate and average weather all year round in Izhevsk*. Available at: <https://ru.weatherspark.com/y/105337/Обычная-погода-в-Ижевск-Россия-весь-год> (accessed 18 January 2025).
16. *Vertical-axial wind power plant "RES" 15 kW*. Available at: <https://www.vsenerdgi.ru/product/vertikalno-osevaya-vetroenergeticheskaya-ustanovka-vie-15kv/> (accessed 18 January 2025).
17. *Ministry of Construction, Housing and Communal Services and Energy of the Udmurt Republic. From January 1, 2025, the values of the ranges of electricity consumption in Udmurtia will change*. Available at: <http://www.minstroy.ru/node/8325> (accessed 18 January 2025).
18. Chirkova E.V. Use of Solar Energy Heat in Animal Breeding Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 56–62. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.8

Об авторах:

ТАРАНУХА Наталья Леонидовна

доктор экономических наук, профессор кафедры
промышленного и гражданского строительства
Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7
E-mail: fpidpo@mail.ru

TARANUHA Natal'ya L.

Doctor of Economics, Professor of the Industrial
and Civil Engineering Chair
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
426069, Russia, Izhevsk, Studencheskaya st., 7
E-mail: fpidpo@mail.ru

АНАНИН Константин Юрьевич

аспирант кафедры промышленного и гражданского
строительства
Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7
E-mail: ji-bo@bk.ru

ANANIN Konstantin Yu.

Post-graduate student of the Industrial and Civil
Engineering Chair
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
426069, Russia, Izhevsk, Studencheskaya st., 7
E-mail: ji-bo@bk.ru

НОВИКОВ Михаил Юрьевич

аспирант кафедры промышленного и гражданского
строительства
Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7
E-mail: mi.novikov1998@yandex.ru

NOVIKOV Mihail Yu.

Post-graduate student of the Industrial and Civil
Engineering Chair
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
426069, Russia, Izhevsk, Studencheskaya st., 7
E-mail: mi.novikov1998@yandex.ru

КАНАКОВ Илья Дмитриевич

аспирант кафедры промышленного и гражданского
строительства
Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7
E-mail: kanakov1999@bk.ru

KANAKOV Il'ya D.

Post-graduate student of the Industrial and Civil
Engineering Chair
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
426069, Russia, Izhevsk, Studencheskaya st., 7
E-mail: kanakov1999@bk.ru

Для цитирования: Тарануха Н.Л., Ананин К.Ю., Новиков М.Ю., Канаков И.Д. Развитие домостроения с учетом энергосберегающих технологий – применения гибридных систем энергоэффективности // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 72–82. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.10.

For citation: Taranuha N.L., Ananin K.Yu., Novikov M.Yu., Kanakov I.D. Development of house construction taking into account energy-saving technologies – application of hybrid energy efficiency systems. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 72–82. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.10.

Принята: 27.04.2025 г.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 502.33:504

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.11

Ю. М. ГАЛИЦКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГА НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

INVESTIGATION OF THE DEGREE OF SNOW POLLUTION
IN URBAN AREAS USING THE EXAMPLE OF ST. PETERSBURG

Снежный покров городских территорий отражает особенности и степень загрязнения атмосферного воздуха, а также уровень урбанизации и интенсивности антропогенной деятельности населения города. В статье представлены результаты исследования загрязнения городских территорий (на примере Санкт-Петербурга). Были проведены натурные и лабораторные исследования загрязненности снежных масс по нескольким показателям: запах, цветность, мутность, наличие осадка. Пробы снежных масс отбирались в различных городских зонах: парковая зона, придорожная территория, территория вблизи предприятия, а также на территории учебного заведения. Для определения глубины возможного проникновения загрязнений в толщу грунта были определены гранулометрические характеристики грунта в зонах исследований. На основании анализа полученных результатов были разработаны и рекомендованы мероприятия, которые позволяют минимизировать негативные последствия загрязнений снежного покрова на городскую почву и растительность.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, снежный покров, воздействие на грунт, исследование степени загрязненности, природоохранные мероприятия

Города характеризуются наибольшим негативным воздействием на компоненты окружающей среды. Концентрация населения и промышленности, а также огромное количество транспортных средств негативно воздействуют на атмосферный воздух города, близлежащие водные объекты, грунт, растительный и животный мир. Несмотря на используемые на предприятиях современные очистные сооружения

The snow cover of urban areas reflects the characteristics and degree of atmospheric air pollution, as well as the level of urbanization and intensity of anthropogenic activity of the city's population. The article presents the results of a study of urban pollution (using the example of St. Petersburg). Field and laboratory studies of the contamination of snow masses were carried out according to several indicators: odor, color, turbidity, and the presence of sediment. Samples of snow masses were taken in various urban areas: a park area, a roadside area, an area near an enterprise, as well as on the territory of an educational institution. To determine the depth of possible penetration of pollutants into the soil, the granulometric characteristics of the soil in the study areas were determined. Based on the analysis of the results obtained, various measures have been developed and recommended to minimize the negative effects of snow pollution on urban soil and vegetation.

Keywords: air pollution, snow cover, impact on soil, pollution level study, environmental protection measures

и устройства, в атмосферный воздух попадает большое количество загрязняющих веществ, концентрации которых могут превышать нормативно-допустимые значения. Снижение качества воздушной среды приводит к росту заболеваемости населения. В теплый период года загрязнения концентрируются на поверхности городской почвы, изменяя ее химический состав и становясь лимитирующим фактором

для отдельных видов растительности, который приводит к урежению растительного слоя и в дальнейшем к его полному исчезновению.

Снежный покров представляет собой твердую форму атмосферных осадков. В холодный период года загрязняющие вещества из атмосферного воздуха оседают на поверхности снежного покрова, что делает его хорошим индикатором распространения загрязнений по городской территории. Чем ближе источник загрязнения, тем выше концентрация осевших на снежный покров загрязняющих частиц. За зимний период в снежной массе может сконцентрироваться в несколько раз больше загрязнений, чем в атмосферном воздухе.

С наступлением периода снеготаяния накопленные загрязнения вместе с талыми водами попадают на поверхность грунта. Насыщенные взвесьями, мельчайшими твердыми частицами и различными загрязняющими веществами талые воды транспортируют накопленные за всю зиму загрязнения по городским территориям. При наличии поблизости поверхностного водного объекта загрязненные талые воды могут стать источником их загрязнения. Кроме того, под действием потока талых вод загрязнения впитываются в грунт и, при небольшом залегании грунтовых вод, могут достичь и их [1–5].

Таким образом, изучение снежного покрова помогает оценить степень загрязнения атмосферного воздуха городской среды, выявить наиболее загрязненные зоны и эффективно разработать природоохранные мероприятия по устранению или предотвращению вторичного загрязнения окружающей среды.

Различают два типа снежного покрова: временный и продолжительный. Под временным снежным покровом подразумевают свежевыпавшие твердые осадки, которые остаются на поверхности от нескольких часов до нескольких дней. Такие снежные покровы не успевают накопить в себе загрязняющие вещества и не оказывают негативного воздействия на грунт, поэтому для проведения мониторинга степени загрязнения атмосферного воздуха и распространения загрязнений по городской территории временный снежный покров не используется.

Наиболее информативным является исследование постоянного снежного покрова, продолжительность залегания которого в зависимости от климатических особенностей региона составляет от 130 до 280 дней в году. За этот период снег успевает пройти несколько периодов подтаивания и повторного накопления (выпадение осадков), изменить свои физические характеристики (плотность, структуру), а также химический состав, сконцентрировав загрязняющие вещества, оседающие из атмосферного

воздуха. К завершению зимнего периода такой снег меняет цвет с белоснежного на серый, черный и т. д. в зависимости от осевших примесей.

Так как на протяжении зимнего периода происходит колебание температуры атмосферного воздуха, то сформированные снежные массы приобретают слоистую структуру: чередование слоев разного окраса, плотности и других параметров. На мощность каждого слоя влияет обильность и частота выпадающих осадков, а также количество солнечной радиации, дошедшей до снежного покрова, и воздействие ветровых потоков [6, 7].

В зависимости от воздействия внешних факторов и экологической обстановки города в снежных массах могут накопиться тяжелые металлы, различные органические соединения, нефтепродукты, продукты горения топлива, пыль и др. Наибольшее загрязняющее воздействие оказывают котельные установки, промышленные предприятия и автотранспорт.

Городская экологическая обстановка влияет на социально-экономические условия жизни населения, а также на экологическую безопасность его жизнедеятельности: загрязненный воздух в 80 % случаев становится причиной легочных заболеваний жителей крупных городов, загрязнение водных ресурсов приводит к загрязнению почв и изменению водного баланса территории, загрязненные земли теряют свои свойства и тормозят развитие растительности на городских территориях [7, 8].

Урбанизированные территории, являясь местом сосредоточения различных производств, высокого уровня комфорта и т. д., в то же время становятся центром концентрации антропогенных нагрузок на ограниченной площади. Именно на таких территориях отмечается высокий уровень загрязнения и низкий уровень качества окружающей среды [5, 8, 9].

Одним из высокоразвитых промышленных центров является Санкт-Петербург. На его территории располагается более 750 промышленных предприятий, занимающихся всеми видами деятельности: машиностроение, электрооборудование, пищевая и легкая промышленность, электроэнергетика, тепловые электростанции, нефтеперерабатывающие заводы и др. Развитие производств позволяет создавать новые рабочие места, способствует экономическому развитию региона, повышению качества жизни населения. Однако концентрация предприятий сопровождается возрастанием экологических проблем. По данным метеорологических и мониторинговых служб Санкт-Петербурга [10–12] в атмосферный воздух города попадает более 600 тыс. т загрязняющих веществ ежегодно, из них более 550 тыс. т приходится на автотранспорт (более

91 %). К предприятиям, вносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, можно отнести:

- АООТ «Красный треугольник» (основное загрязняющее вещество – летучие соединения);
- «Невская косметика», АБЗ «Магистраль», «Лензавод художественного стекла», СП «ЛСГ-Металл» (основные загрязнители – углеводород, свинец, оксид алюминия, соединения хрома, кобальта и никеля);
- асфальтобетонные заводы, производства ракетных комплексов, завод художественных красок и другие производства, расположенные в нескольких промзонах Санкт-Петербурга.

Также на территории Санкт-Петербурга существует развитая автотранспортная сеть, которая ежегодно расширяется. По данным [10–12] за последнее десятилетие вклад автомобильного транспорта в загрязнение атмосферного воздуха на городской территории увеличился до 85 % [13]. Основными загрязняющими веществами от автотранспорта являются продукты сгорания топлива, дорожная пыль, горючесмазочные материалы, которые распространяются по прилегающей к дорогам территории и оседают на грунт, а в зимний период – на поверхность снежного покрова. К наступлению весеннего периода вдоль проезжей части снежный покров превращается в смесь снега, загрязняющих веществ и различных противогололедных реагентов, которые используются городскими службами благоустройства.

Территория распространения загрязняющих веществ по поверхности грунта зависит от зоны распространения этих загрязнений в приземном атмосферном воздухе, так как является вторичным загрязнением. Зоны наибольшего загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга и прилегающих территорий приведены на рис. 1. Территории с наибольшим загрязнением атмосферного воздуха на рисунке отмечены красным цветом. Следовательно, на этих же территориях оседающие загрязняющие вещества или подхваченные во время выпадения осадков загрязнения в большем количестве будут накапливаться на поверхности грунта.

Следует учесть, что почвы города отличаются своей неоднородностью, что в первую очередь связано с историческими особенностями возникновения разных участков города и региона. Это отражается на величине фонового загрязнения грунта. Результаты исследований грунта на территории города [10–12] показывают превышение санитарных норм в 4–10 раз чаще, чем в других регионах страны. Для таких загрязненных участков необходимо особенно тщательно проводить исследования и разрабатывать различные мероприятия для минимизации загрязненности.

Еще одной особенностью городской территории является близкое залегание грунтовых вод, которые в весенний период, а также в период выпадения обильных дождей выходят на поверхность. В результате этого накопленные на поверхности грунта загрязнения могут попасть с поверхностными водами в реку Неву, которая является основным источником питьевой воды для населения, и в грунтовые воды, которые также используются для питьевого и технического водоснабжения города.

В рамках проведения научно-исследовательских работ в 2021–2023 годах определялась загрязненность снежного покрова в разных зонах на территории Санкт-Петербурга. Исследования проводились в два этапа. Первый этап включал подробное изучение экологической обстановки города и особенностей функционирования компонентов окружающей среды. На основании проведенного анализа качества среды и расположения основных источников загрязнения с учетом рекомендаций [14] были определены места точек отбора проб снежного покрова. В местах дальнейшего исследования загрязненности снежного покрова сначала проводили анализ гранулометрического состава грунта. Отбор грунта проводился в летний период при благоприятных климатических условиях. Отбор проб грунта осуществлялся методом «конверта» в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017, далее в лицензированной лаборатории грунт просеивался через набор стандартных сит для выявления наиболее мелких частиц грунта (менее 2 мм). Эти частицы из-за своей легкости могут подниматься порывами ветра или при движении автотранспорта водными потоками и растаявшим снегом и стать вторичным загрязнителем для снежных масс на обочине.

Второй этап работы заключался в исследовании в выбранных местах городской территории проб снежной массы по основным показателям. Согласно методике [14], отбор проб снега производился в период максимального накопления влаги до периода интенсивного снеготаяния, т. е. в конце февраля – начале марта. Участки в зонах отбора выбирались с нетронутым снеговым покровом с учетом направлений господствующих ветров.

Для исследований были выбраны следующие участки.

В качестве первого места отбора проб снега был выбран наиболее «чистый», по мнению автора, участок – центральная часть лесопарковой зоны (*парк «Таврический сад»*) (рис. 2). Таврический сад относится к объектам культурного наследия и является «легкими» Центрального района города [15], однако из-за постоянного транспортного потока и расположения таких

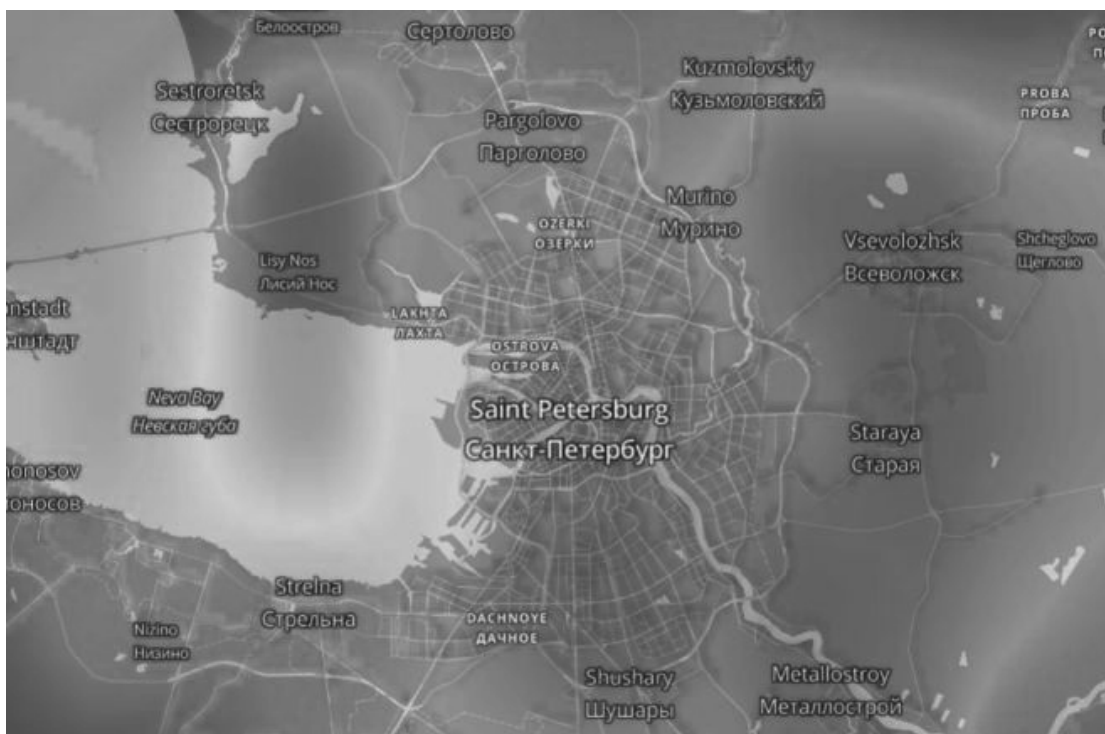


Рис. 1. Карта воздействия неблагоприятных экологических факторов на территории Санкт-Петербурга [10–12]
Fig. 1. Environmental impact map in St. Petersburg [10–12]

предприятий, как Завод железобетонных конструкций, Петербургский абразивный завод «Ильич» и др., загрязненность атмосферного воздуха на данной территории характеризуется как удовлетворительная только благодаря обилию зеленых насаждений. В Центральном районе располагается Летний сад, Марсово поле, Таврический, Адмиралтейский и Михайловский сады. Здесь, предположительно, благодаря обилию зеленых насаждений и их очищающей способности должно быть наименьшее воздействие на грунт со стороны основных антропогенных источников загрязнения.

Вторым участком исследования загрязненности снежного покрова был выбран участок, расположенный вдоль автомобильной дороги с интенсивным движением (рис. 3) – **Невский проспект**. Невский проспект – самая оживленная часть города, в атмосферном воздухе которой наблюдается превышение предельно допустимых концентраций монооксида и диоксида, что объясняется близким расположением крупных автомагистралей. Данный участок выбран с целью выявления степени влияния главного источника загрязняющих веществ – автомобильного транспорта.

Третий участок был выбран в непосредственной близости к одному из промышленных предприятий (рис. 4). Одним из таких предпри-

ятий на территории города является **ООО «Известковые строительные смеси»**. Основной вид деятельности данного предприятия – производство и фасовка различных строительных смесей, цемента, а также производство цементно-песчаных смесей и минерального порошка. За год суммарный выброс загрязняющих веществ от этого предприятия составляет более 1100 т/год (в том числе твердых загрязняющих веществ более 70 т/год и жидких/газообразных более 1000 т/год) [16]. По данным расчета рассеивания загрязняющих веществ (проекта ПДВ) предприятия превышение допустимых значений на границе санитарно-защитной зоны и в зоне жилой застройки отсутствует. Однако в непосредственной близости к предприятию осаждающиеся твердые загрязняющие вещества, такие как неорганическая пыль и сажа, могут концентрироваться на поверхности грунта и снежного покрова и привести к превышению допустимых нормативных значений для почв.

Четвертый участок исследования – территория **Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета**, одного из образовательных учреждений города (рис. 5). Рядом с университетом проходит оживленная автомобильная дорога – Московский проспект. Для снижения влияния автотранспорта на результаты исследования загрязнен-

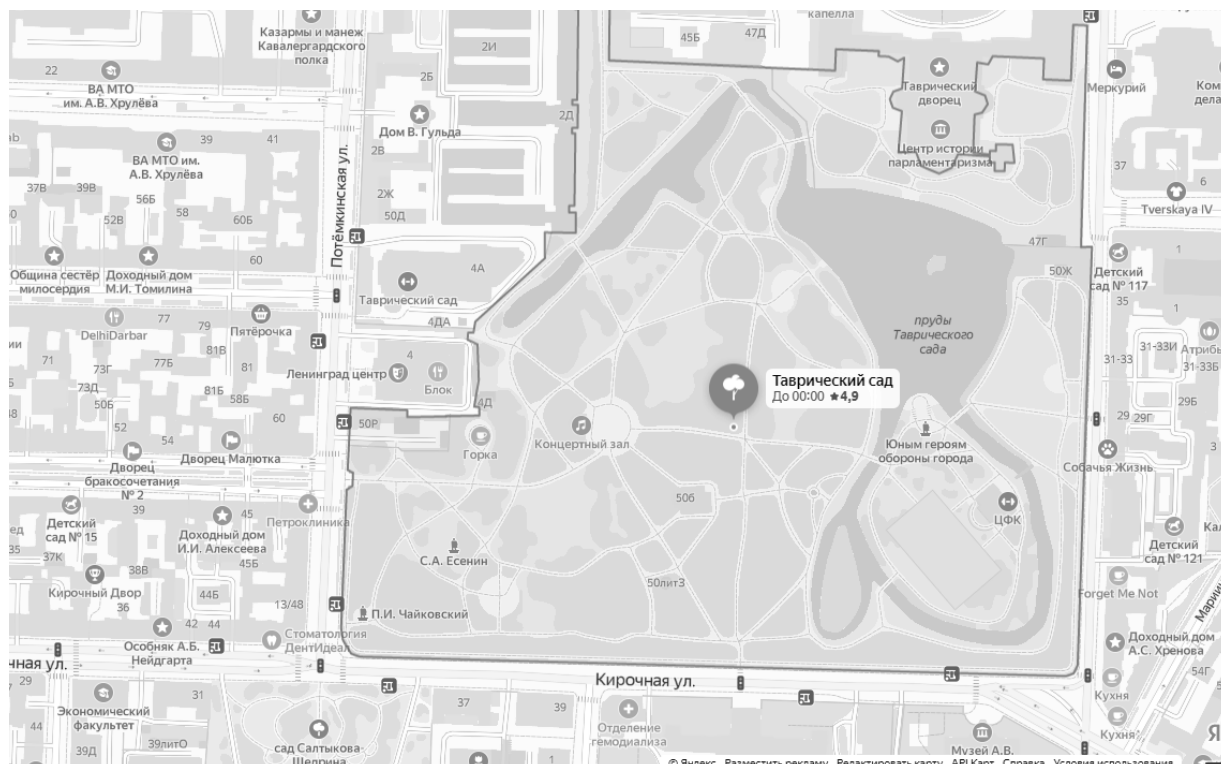


Рис. 2. Первый участок исследований снежного покрова Санкт-Петербурга – парк «Таврический сад»
Fig. 2. First Snow Survey Area St. Petersburg – Tavrichesky Sad Park



Рис. 3. Второй участок исследований снежного покрова Санкт-Петербурга – Невский проспект
Fig. 3. Second section of snow cover studies in St. Petersburg – Nevsky Prospekt

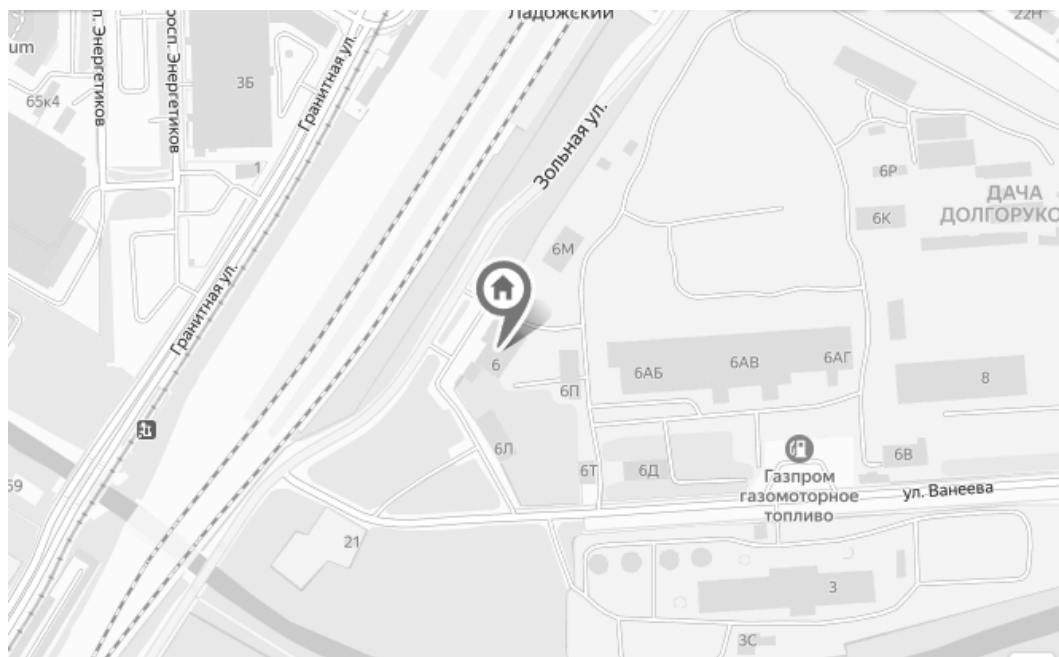


Рис. 4. Третий участок исследований снежного покрова
Санкт-Петербурга – ООО «Известковые строительные смеси»
Fig. 4. Third Snow Survey Area St. Petersburg – Lime Building Mixtures LLC

ности грунта пробы отбирались на удаленном от дороги участке вузовской территории.

Территория кампусов вуза ранее уже была исследована с целью определения загрязненности верхних слоев грунта, и было выявлено превышение содержания тяжелых металлов во всех отобранных пробах грунта. Исследование загрязненности снежного покрова здесь позволит выявить долю антропогенной нагрузки на почвы, приходящуюся на холодный период года.

В исследуемых участках было отобрано несколько проб снежной массы. Далее отобранные пробы снежного покрова анализировались по прозрачности, цвету, запаху, наличию осадка.

В соответствии с методикой проведения исследований для определения прозрачности пробы снежной массы сначала отстаивали до полного застывания снежную массу, затем необходимое для исследований количество талой воды помещали в прозрачную стеклянную емкость диаметром 3 см и высотой 30 см. Перед замером воду обязательно подвергали взбалтыванию. Далее через талую воду просматривали печатный текст, набранный жирным шрифтом кеглем № 14 на белом листе бумаги. Для контроля проводились аналогичные исследования с дистиллированной водой. О прозрачности судили по количеству взвешенных частиц органического и неорганического происхождения.

Для определения цветности проб снежной массы также использовался визуальный метод.

Цветность определялась для талого образца пробы путем сравнения цвета жидкости на фоне белого листа бумаги. Цветность образцов сравнивалась с контрольным образцом – чистой питьевой водой, которая принималась за эталонный вариант.

Для определения присутствия/отсутствия запаха от пробы снежной массы талую воду помещали в чистый флакон с широким горлышком. Объем жидкости должен был составлять 2/3 объема емкости. Затем накрывали емкость стеклом и аккуратно перемешивали. После этого сдвигали стекло с поверхности емкости и определяли присутствие и интенсивность (по пятибалльной шкале, где 0 баллов – нет запаха, 5 баллов – очень сильный запах) запаха талой воды.

Последним этапом исследований было фильтрование талой воды через бумажный фильтр и определение наличия примесей. По мере проведения исследований талой воды ее сливали через фильтр в стакан, при этом следили, чтобы воронка по высоте была заполнена не более чем на 3/4 высоты, т. е. избегали перелива. После окончания фильтрования фильтры высушивались и анализировались на загрязненность.

Полученные результаты по осредненным показателям представлены в табл. 1.

Усредненные результаты исследования гранулометрического состава грунта по одному из выбранных мест отбора проб представлены в табл. 2.

По полученным данным можно сделать вывод о присутствии наименьшего количества

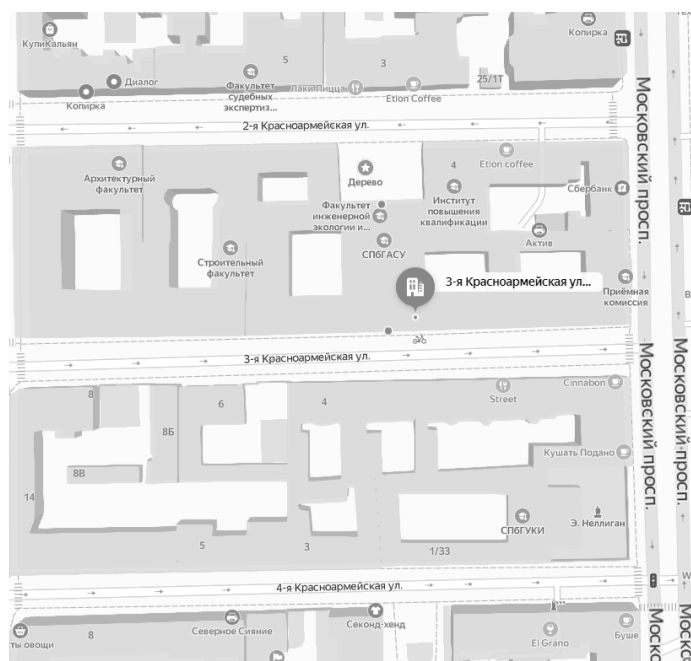


Рис. 5. Четвертый участок исследований снежного покрова
Санкт-Петербурга – кампус СПбАСУ
Fig. 5. Fourth Snow Survey Site St. Petersburg – SPbASU campus

частиц пыли и глины в образцах грунта в лесопарковой зоне (от 0,59 до 2,04 %). Наибольшее количество мелкодисперсных частиц было обнаружено вдоль автомобильных дорог (от 3,25 до 8 %).

Полученные результаты подтвердили выдвинутые ранее предположения о том, что пробы снежного покрова, отобранные в парковой зоне, являются наиболее чистыми по сравнению с другими местами исследований:

- запах образца был слабым, еле различимым и даже у некоторых проб этой зоны исследований запах отсутствовал полностью;
- в большинстве проб отмечалось присутствие небольшого количества осадка на бумажном фильтре.

Пробы, отобранные около автомобильной дороги (точка отбора 2), показали себя сильно загрязненными: в пробах отмечалась цветность талой воды и повышенная мутность. На бумажном фильтре эти талые воды оставили загрязнения в виде мелко- и крупнодисперсных фракций песка. Можно предположить, что этот осадок попал в снежные массы в результате механического переноса загрязнений – загрязненными водами с дорожной части. Вместе с пылевыми и грязевыми частицами на снежный покров попадают остатки минеральных масел, горюче-смазочные материалы, что объясняет присутствие осязательного запаха в пробах.

Самыми сильнозагрязненными пробами снежного покрова из всех исследованных тер-

риторий оказались пробы, отобранные в непосредственной близости от промышленного предприятия. Здесь наибольший вклад в загрязнение снежных масс внесли промышленные выбросы предприятия – осаждающиеся твердые частицы, такие как неорганическая пыль и сажа, которые выбрасываются источниками ООО «Известковые строительные смеси». Пробы талой воды данных образцов имели грязный оттенок. При фильтровании на бумажном фильтре остались не только частицы песка, но и характерные для выбросов ближайшего предприятия частицы пыли – доломита. Талая вода этих образцов отличается от остальных ярко выраженным полимерным запахом.

Грунты четвертого места исследований – территория университета – характеризовались как сильнозагрязненные. Однако исследование снежного покрова показало, что загрязнение данной территории на протяжении периода незначительно по сравнению с зонами отбора проб 2 и 3. Талые воды от снежной массы, взятой на приуниверситетской территории, показали отсутствие цветности и мутности. Они имели слабо-различный запах (более выраженный, чем в лесопарковой зоне), на бумажном фильтре после фильтрования осталось небольшое количество мелкодисперсного песка. Следовательно, привнесение загрязнений, накопленных за зимний период, в грунты с талыми водами не оказывает сильного воздействия на загрязненность грунта.

Таблица 1. Осредненные результаты исследования проб снежной массы
Table 1. Averaged Results of Snow Mass Sampling

Показатель	Лесопарковая зона	Придорожная зона	Зона предприятия	Зона учебного учреждения
Прозрачность	Слегка мутная	Сильно мутная	Сильно мутная	Слегка мутная
Цвет	Бесцветная	Светло-коричневая	Серо-коричневая	Бесцветная
Запах	1	3	5	2
Остаток на фильтре	-	+	+	+

Таблица 2. Осредненные результаты исследования проб грунта в точке отбора 1
Table 2. Averaged results of soil sample study at sampling point 1

Номер сита	Масса, г			Процентное соотношение, %		
	Обр.1	Обр.2	Обр.3	Обр.1	Обр.2	Обр.3
3,2	5,9	22,7	5,27	0,70	3,65	0,46
2,5	3,8	25,5	2,82	0,46	4,25	0,25
1,25	11	85,73	34,83	1,32	14,29	3,04
0,63	22,53	122,4	150,28	2,70	20,40	13,10
0,315	116,91	236,14	486,47	14,03	39,36	42,40
0,16	564,85	125,9	457,60	67,80	20,99	39,89
Дно	114	4,21	15,23	13,68	0,70	1,33
Общая масса	838,99	622,58	1152,5	100	100	100
Модуль крупности	1,12	2,39	1,77	-		

Выпадающие за зимний период осадки в период оттепели, как правило, становятся одним из главных источников питания грунтовых и поверхностных вод. Влага сначала впитывается верхним слоем грунта, параллельно с насыщением происходит постепенная инфильтрация влаги в более глубокие слои. После насыщения верхнего слоя (достижение полной влагоемкости) талые воды транзитом поступают в нижележащие слои. Далее происходит перераспределение влаги в толще грунта.

Количество инфильтрационных талых вод зависит, в первую очередь, от рельефа местности и особенностей геологического строения грунтов, а также от высоты местности относительно балтийской отметки, глубины залегания грунтовых вод и водопроницаемости грунта. При высоком залегании грунтовых вод передвижение осадков (формирующих просачивающиеся воды) в толще грунта происходит до тех пор, пока они не достигнут горизонта грунтовых вод и тогда вертикальное перемещение внутри грунта прекращается.

Над водоносным слоем формируется капиллярная кайма, которая зависит от рыхлости пород и наличия в них глинистых частиц. Для Санкт-Петербурга средняя глубина залегания

грунтовых вод составляет 2–2,5 м. В рамках выполнения первого этапа исследований территории города Санкт-Петербурга были определены характеристики грунта для выявления глубины проникновения талой воды. Исследование грунта и определение содержания в нем пылевых и глинистых частиц выполнялись в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб почвы». Отбор грунта проводился в тех же зонах, где впоследствии исследовалась загрязненность снежных масс. Пробы грунта отбирались из верхнего горизонта (мощность до 20-30 см). Результаты проведенных анализов показали, что во всех исследованных зонах городской территории величина мелкодисперсных пылевых и глинистых частиц в грунте не превышает 2 %.

При проведении гидрологического и геологического анализа территории Санкт-Петербурга следует учесть, что грунтовые воды при неглубоком залегании, поднимаясь по грунтовыми капиллярам, способны дойти до поверхности, т. е. может произойти формирование высокой капиллярной бахромы (свойственно при глубине залегания грунтовых вод от 3 до 10 м от поверхности земли и при значительном количестве пылевых и глинистых пород). Такое

формирование связи грунтовых вод с поверхностью повышает вероятность проникновения загрязненных веществ из талых вод к грунтовым водам.

Однако на проанализированной территории Санкт-Петербурга, несмотря на относительно высокое залегание грунтовых вод, водонасыщенность почв не позволяет проникнуть к ним и распространиться загрязненным водам, что формирует накопление основной массы загрязнений непосредственно в верхних слоях грунта.

Таким образом, для снижения загрязненности грунтов Санкт-Петербурга талыми водами снежного покрова рекомендуются следующие мероприятия:

1. Необходимо обеспечить регулярный своевременный вывоз снежной массы с территории города за ее пределы с целью предотвращения ее накопления. Тщательно контролировать наличие снежных масс в пониженных участках рельефа, не допускать в этих местах длительное складирование снега, особенно в период потепления.

2. С целью минимизации и предотвращения миграции загрязняющих веществ вместе с талой водой рекомендуется создать защитный барьер из минеральных или органических сорбентов, обладающих высокими водоудерживающими свойствами. В качестве таких сорбентов можно использовать растительную биомассу, доломиты, измельченную кору и др. Сорбенты рекомендуются смешивать с верхним грунтовым слоем (до 33 % от ее массы).

3. Автотранспорт – основной источник загрязнения городской территории. Для минимизации его влияния на грунт необходимо контролировать соблюдение стандартов для транспортных средств в области охраны окружающей среды, а также усилить развитие сетей общественного транспорта (например троллейбусов, трамваев) с целью снижения процента использования личного автотранспорта в черте города.

4. Рекомендуется обратить внимание на используемые коммунальными службами реагенты для борьбы с обледенением дорог и тротуаров. Обращать внимание не только на их эффективность, но и на последующее негативное влияние на окружающую городскую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астафьева Н.С., Лагута И.В., Кукарина Е.Е., Емельянова Я.О. Тенденции «зеленого» строительства в мире и современной России // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 4(37). С. 109–117. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.16.

2. Гвоздовский В. И., Князева М.М., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города. Средства и мето-

ды решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 3(28). С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.

3. Даунов Б.Я., Гапеев А.А. Возможность оценки состояния атмосферы по характеристикам загрязнения снега и почвы // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. № 9. С. 205–207.

4. Курмазова Н. А. Снег как индикатор загрязнения атмосферного воздуха // Технические науки – от теории к практике. 2012. № 12. С. 87–90.

5. Сергеева А.Г., Куимова Н.Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. № 40. С. 100–104.

6. Прожорина Т.И., Куропан С.А., Якунина Н.И. Оценка техногенного воздействия на городскую среду по загрязненности снежного покрова // СтройМного. 2016. № 2(3) [Электронный ресурс]. URL: <http://stroymnogo.com/science/tech/otsenkatekhnogennogovozdeystviya/> (дата обращения: 03.04.2025).

7. Шарипова С.Г., Срмикян Г.С., Татулян Д.В. Мониторинг загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега // Молодой ученый. 2016. Т. 1, № 9(113). С. 64–65.

8. Рогулева Н.О. Оценка загрязненности и биотоксичности снежного покрова парков г. Самары // Вестник СамГУ. 2009. № 4(70). С. 198–206.

9. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 4. С. 14–24.

10. Экологическая ситуация в городе [Электронный ресурс]. URL: <https://ekp.spb.ru/capabilities/ecology/city> (дата обращения: 03.04.2025).

11. Территориальная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <https://ecopeterburg.ru/2024/01/19/> (дата обращения: 03.04.2025).

12. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (дата обращения: 03.04.2025).

13. Ложкина О.В., Марцынковский О.А., Буренин Н.С., Ложкин В.Н. Воздействие автомобильного транспорта на качество воздушной среды Санкт-Петербурга: проблемы и решения [Электронный ресурс]. URL: <https://ecopeterburg.ru/> (дата обращения: 03.04.2025).

14. Маслова Н. В., Анциферов С. А., Грызунова Л. В. Определение коэффициента покрова для почвенных поверхностей стока селитебных территорий // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 3(56). С. 41–48. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.05.

15. Антонова Д.С. Проблемы экологии городских парков (на примере Таврического сада города Санкт-Петербург) // Современная научная мысль: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары, 2020. С. 20–30.

16. RD 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения воздуха. Региональное загрязнение воздуха. Мониторинг загрязнения снежного покрова, Руководство по контролю загрязнения воздуха. Отбор проб снежного покрова.

REFERENCES

1. Astafyeva N.S., Laguta I.V., Kukarina E.E., Emelyanova Ya.O. Tendencies of "Green" Construction in the World and Modern Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019. Vol. 9, no. 4. Pp. 109–117. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.16
2. Gvozдовsky V.I., Knyazeva M.N., Sizova A.I. Metropolis Environmental Problems: Methods of Solution. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017, vol. 7, no. 3, pp. 63–67. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11
3. Daunov B.Ya., Gapeev A.A. Possibility of assessing the state of the atmosphere by the characteristics of snow and soil pollution. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy* [Fire Safety: Challenges and Prospects], 2018, no. 9, pp. 205–207. (in Russian)
4. Kurmazova N. A. Snow as an indicator of atmospheric air pollution. *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike* [Technical sciences - from theory to practice], 2012, no. 12, pp. 87–90. (in Russian)
5. Sergeeva A.G., Kuimova N.G. Snow cover as an indicator of the state of atmospheric air in the sanitary and environmental monitoring system. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniya* [Bulletin of Physiology and Pathology of Breathing], 2011, no. 40, pp. 100–104. (in Russian)
6. Prozhorina T.I., Kurolap S.A., Yakunina N.I. Assessment of technogenic impact on the urban environment by snow cover pollution. *StrojMnogo* [Stroy-Many], 2016, no. 2(3). Available at: <http://stroymnogo.com/science/tech/otsenkatekhnogennogovozdeystviya/> (accessed 03 April 2025).
7. Sharipova S.G., Srmikyan G.S., Tatulyan D.V. Monitoring of environmental pollution by physical and chemical characteristics of snow. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2016, vol. 1, no. 9(113), pp. 64–65. (in Russian)
8. Roguleva N.O. Assessment of Contamination and Biotoxicity of Snow Cover in Samara City Parks. *Vestnik SamGU* [Bulletin of SamSU], 2009, no. 4(70), pp. 198–206. (in Russian)
9. Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Vlasov D.V., Terskaya E.V. Geochemistry of snow cover in the eastern district of Moscow. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografija* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2012, no. 4, pp. 14–24. (in Russian)
10. *Ecological situation in the city*. Available at: <https://ekp.spb.ru/capabilities/ecology/city> (accessed 03 April 2025).
11. *Territorial air monitoring system of St. Petersburg*. Available at: <https://ecopeterburg.ru/2024/01/19/> (accessed 03 April 2025).
12. *Environmental portal of St. Petersburg*. Available at: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=53> (accessed 03 April 2025).
13. Lozhkina O.V., Martsynkovsky O.A., Burenin N.S., Lozhkin V.N. Impact of road transport on the air quality of St. Petersburg: problems and solutions. Available at: <https://ecopeterburg.ru/> (accessed 03 April 2025).
14. Maslova N.V., Antsiferov S.A., Gryzunova L.V. Determination of the cover coefficient for soil surfaces of the runoff of residential areas. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 41–48. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.05
15. Antonova D.S. Environmental problems of city parks (on the example of the Tauride Garden of St. Petersburg). *Sovremennaya nauchnaya mysl': materialy VI Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern scientific thought: materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference]. Cheboksary, 2020, pp. 20–30. (In Russian).
16. RD 52.04.186-89. Air Pollution Control Manual. Regional air pollution. Snow Pollution Monitoring, Air Pollution Control Manual. Snow sampling. (In Russian)

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

Для цитирования: Галицкова Ю.М. Исследование степени загрязнения снега на городских территориях на примере Санкт-Петербурга // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 83–92. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.11.

For citation: Galitskova Yu. M. Investigation of the degree of snow pollution in urban areas using the example of St. Petersburg. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 83–92. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.11.

Принята: 28.05.2025 г.

АРХИТЕКТУРА

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



УДК 711.168

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.12

А. Г. ВАЙТЕНС

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ АРХИТЕКТОРА-ГРАДОСТРОИТЕЛЯ В.Ф. НАЗАРОВА (1932–2015): ИДЕИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

THE SCIENTIFIC HERITAGE OF THE ARCHITECT-URBAN PLANNER
V.F. NAZAROV (1932–2015): IDEAS AND PROPOSALS

Статья посвящена научному наследию крупного ленинградского и петербургского архитектора-градостроителя В.Ф. Назарова (1932–2015). С его деятельностью связана разработка Генеральных планов Ленинграда 1966 г. и Ленинграда и Ленинградской области 1987–2005 гг. В начале 2000-х гг. В.Ф. Назаров возглавил коллектив создателей Генерального плана развития Санкт-Петербурга 2005–2025 гг. Цель статьи – раскрытие таких сторон его научной деятельности, как определение существа и масштабов градостроительства, управленческих и содержательных понятий «город» и «агломерация», целей градостроительного планирования, задач сохранения и развития архитектурно-градостроительного наследия Ленинграда – Санкт-Петербурга. Эти научные направления были раскрыты в его статьях и выступлениях в 1970 – 2000-х гг.

Ключевые слова: градостроительная деятельность, понятие «город», понятие «агломерация», градостроительное планирование, социально-экономическое развитие, градостроительный каркас, проблемы границ города

The article is devoted to the scientific heritage of a major Leningrad and St. Petersburg urban architect V.F. Nazarov (1932–2015). His activities are related to the development of master plans for Leningrad 1966 and Leningrad and the Leningrad Region 1987–2005. In the early 2000s. V.F. Nazarov headed the team of creators of the Master Plan for the Development of St. Petersburg 2005–2025. The purpose of the article is to disclose such aspects of his scientific activity, as a definition of the essence and scale of urban planning, managerial and substantive concepts of “city” and “agglomeration,” the goals of urban planning, the tasks of preserving and developing the architectural and urban heritage of Leningrad - St. Petersburg. These scientific directions were revealed in his articles and speeches in the 1970s and 2000s.

Keywords: urban planning activities, the notion “the city”, “agglomeration”, urban planning, social-economic development, planning frame, the problems of the city borders

Валентин Федорович Назаров – Народный архитектор России, академик Российской Академии Архитектуры и строительных наук (РААСН), один из авторов Генерального плана Ленинграда 1966 г., Генерального плана Ленинграда и Ленинградской области 1987–2005 гг. и автор Генерального плана Санкт-Петербурга 2005–2025 гг., известен как выдающийся

практик, руководитель авторских коллективов Первой мастерской института ЛенНИИпроект, позднее Петербургского НИПИграда, где эти градостроительные документы разрабатывались (рис. 1–4). Гораздо менее он известен как теоретик, а педагогом он, к сожалению, не был. Этот пробел в значительной мере восполнен выходом в свет в 2024 г. монографии: «Вален-

тин Назаров. Записки питерского урбаниста». Усилиями архитектора П.Н. Никонова, долгое время работавшего с В.Ф. Назаровым, и экономгеографа Б.И. Зеленова удалось собрать высказывания и публикации Валентина Федоровича Назарова в перечень профессиональных тем, составивших собственно Записки, и опубликовать их в монографии.

К числу этих тем были отнесены:

- В.Ф. Назаров *о существе и масштабах деятельности градостроителя.*
- Рассуждения В.Ф. Назарова *по поводу Санкт-Петербургской агломерации.*
- В.Ф. Назаров *об управленческом и содержательном понятиях «город».*
- Идеи В.Ф. Назарова *по развитию центра Ленинграда* (совм. с Б.В. Николащенко) (конец 1980-х).
- Идеи В.Ф. Назарова *о планировочных направлениях – укрупненных структурных эле-*



НАЗАРОВ
Валентин Федорович



Рис. 1. Генплан развития Ленинграда, 1966 г.
Fig. 1. General plan for the development of Leningrad, 1966



Рис. 2. Генплан развития Ленинграда и Ленинградской области 1987–2005 гг.
Fig. 2. General plan for the development of Leningrad and the Leningrad region 1987–2005

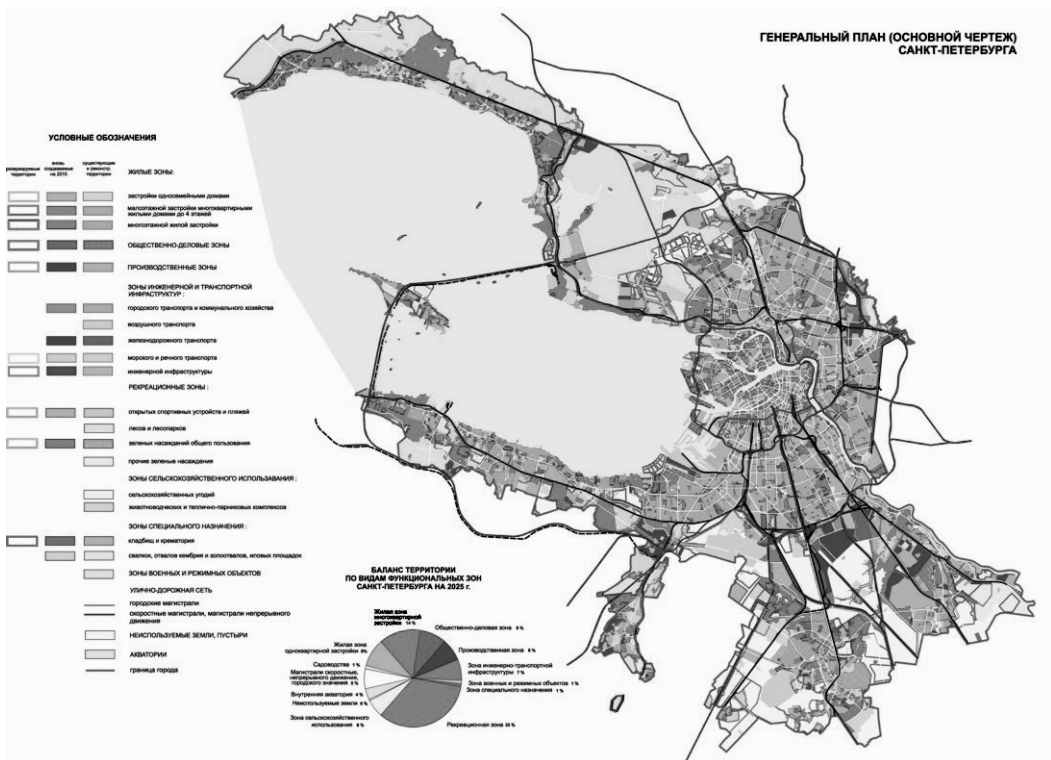


Рис. 3. Генплан развития Санкт-Петербурга, 2005–2025 гг.
Fig. 3. General Development Plan of St. Petersburg, 2005–2025



Рис. 4. Схема охранного зонирования центра Ленинграда (1987). Красным цветом выделена Объединенная охранная зона, синим и зеленым цветами выделены зоны регулирования застройки

Fig. 4. Security zoning scheme of the center of Leningrad (1987). The United Security Zone is highlighted in red, the development control zones are highlighted in blue and green

ментах системы расселения Ленинграда и их использовании при разработке Техничко-экономических основ (ТЭО) Генплана развития Ленинграда и Ленинградской области (середина 1980-х).

▪ Мысли В.Ф. Назарова *о потенциале развития Санкт-Петербурга* (идеи «рентного эффекта» и «потенциала места»).

▪ Идеи В.Ф. Назарова *о необходимости взаимодействия и взаимодополнения и корреляции пространственного планирования и социально-экономического планирования.*

1. В.Ф. Назаров о существе и масштабах деятельности градостроителя

В современной архитектуре до сих пор сохраняется ряд не до конца сформулированных тем, в том числе и важных определений. К их числу относятся определения архитектуры и градостроительства как профессий и видов деятельности. В.Ф. Назаров в первой своей лекции определял архитектуру как искусство формирования пространства жизнедеятельности людей [1, с. 9]. Определяя предмет деятельности архитектора как формирование пространства, он определял функцию архитектора и как умение оперировать пространством.

В профессии архитектора Назаров выделял две исторически сложившиеся профессиональные группы: архитекторы-градостроители и архитекторы-объемщики. Он справедливо отмечал, что если архитектор-объемщик занимается пространством зданий, то архитек-

тор-градостроитель занимается пространствами за пределами зданий – между зданиями, формированием пространств улицы, двора, сада, используя при этом здания, сооружения, а также деревья и элементы природных ландшафтов как ориентиры и границы.

По мысли Назарова, в пространстве градостроитель определяет его границы и функциональное назначение, дает предложения по его юридическому статусу и физической форме [1, с. 9].

Очень интересными и важными являются идеи В.Ф. Назарова о масштабах деятельности архитектора-объемщика и архитектора-градостроителя. Он справедливо считал, что если архитектор занимается объемным проектированием, то его размерный диапазон – от метра (деталь) до километра (дом, комплекс домов), не более. Градостроительные объекты охватываются диапазоном от 100 м до 100 км [1, с. 10]. В градостроительный уровень разработки входит и уровень застройки – это масштаб квартала, района и поселка. В связи с этим мысль Назарова можно уточнить и дополнить, что диапазон уровня застройки может быть от 500 м до 5 км, в зависимости от типологии этого уровня. Далее, по его мнению, начинается сфера территориального планирования, где архитектурных задач по существу нет. По мнению Назарова, деятельность по территориальному планированию – это задача не для архитекторов, а для географов и соответствующего министерства – Министерства окружающей среды [1, с. 10].

Он справедливо считал, что деятельность архитектора имеет смысл и оправдана в том случае, когда объект можно увидеть и прочувствовать. Пусть даже в движении. По его мнению, деятельность архитектора заканчивается там, где объект необозрим.

Интересны его мысли о различии профессий архитектора и градостроителя. Дело в том, что В.Ф. Назаров в 1980-х гг. пытался организовать в Ленинграде Союз урбанистов, наряду с существовавшим с начала 1930-х Союзом архитекторов. Следует согласиться с Назаровым в том, что градостроительство – это не профессия. Градостроительство – это сфера деятельности, где участвует большое количество специалистов (транспортников, экологов, экономистов, социологов), возложивших на себя работу по организации пространства жизнедеятельности человека. Когда эти специалисты переориентировали свою специальность на трансформацию пространства, они стали градостроителями-транспортниками, градостроителями-социологами, градостроителями-экологами, архитекторами-градостроителями

и т. д. [1, с. 12]. По его мнению, предлагаемый Союз урбанистов – мог быть содружеством специалистов, объединившихся для служения городу (в частности Ленинграду) или другому градостроительному объекту. А Союз архитекторов объединяет людей одной профессии. Назаров пытался разделить понятия Профессия и Деятельность по масштабу и участию специалистов. Деятельность архитектора также основана на участии многих специалистов (инженеров), но градостроительство как вид деятельности предусматривает участие гораздо большего количества самых разных специалистов (транспортников, социологов, экологов, инженеров). В результате Союз урбанистов в Ленинграде создан не был, а архитекторы-градостроители вошли в Ленинградское, позднее Санкт-Петербургское Отделение Союза архитекторов в качестве отдельной секции.

В.Ф. Назаров в этой лекции указал на такие важные особенности градостроительной деятельности, как повышенная степень социальной ответственности за принятые решения, исключая работу по частному заказу и необходимость получения общественного согласия по намечаемым результатам [1, с. 13]. Все это в настоящее время практически отсутствует, так же как и градостроительные законы, обязательные к исполнению, и следящие за этим государственные структуры. Деятельность Союзов архитекторов в сфере градостроительства в Санкт-Петербурге и в России в целом не прослеживается.

В продолжение темы «Профессия архитектора в градостроительстве» В.Ф. Назаров отмечал, что в деятельности, которая в настоящее время называется «градостроительство», архитектор не нужен. В связи с исчезновением комплексного подхода города начинают проектировать топографы, землеустроители, транспортники, энергетики [1, с. 16]. Он отмечал отрицательную тенденцию, что градостроительство постепенно из сферы трех измерений переходит в сферу двух измерений, т. е. теряет свою пространственную сущность, и потому землемеры втягивают его в сферу двух измерений. В то же время он постоянно подчеркивал, что за архитектурой остается одна и самая главная задача – формирование пространства и умение отделить одно пространство от другого, или, наоборот, объединить одно пространство с другим, или сделать пространственные ритмы [1, с. 16].

Очень важными являются мысли ученого о масштабах архитектурного и градостроительного проектирования. На уровне объекта, основным масштабом является масштаб 1:100, на уровне детали – от 1:5 до 1:100. В этом масштабе все пустоты разглядеть нереально, поэтому

градостроительство начинается с масштаба 1:200, а основными масштабами в градостроительстве являются масштабы 1:500 и 1:2000 [1, с. 17]. Говоря о более мелких масштабах, Назаров приходит к выводу, что задачи объединения градостроительных систем, конурбаций, районирования России – задачи управления территориальным развитием – задачи не архитектурные, это другие задачи, в основном географические. По его мнению, деятельность архитектора-градостроителя начинается там, где существует пустое пространство, а заканчивается – на уровне обозримой территории [1, с. 18].

Отдельными являются мысли Назарова о подготовке архитекторов-градостроителей и о том, какие следует для этого читать лекции. Деятельность градостроителя, по мнению В.Ф. Назарова, это деятельность по пространственному планированию территорий. Пространственному планированию никто не учит, а оно связано с экологией, с социальными вопросами, с культурными, ландшафтными, правовыми, землеустроительными вопросами [1, с. 170].

В деятельность по пространственному планированию включается экология, транспорт, социология, геология: то есть природный комплекс – весь, социальный комплекс – весь, экономический комплекс – весь, культурный комплекс – весь [1, с. 18]. Таких учебных заведений нет. Через данный раздел проходит сквозная мысль, что градостроительство не является профессией, а является сферой деятельности.

В разделе монографии «Проблема топологического недостатка Санкт-Петербурга» В.Ф. Назаров настаивал, что профессия градостроителя должна быть социально ориентированной. Профессия градостроителя, по его мнению, должна защищать интересы каждой личности. Тем не менее он отмечал, что эта профессия уничтожается. Во-первых, так как она еще не окрепла, не встала на ноги у нас в России, так как у нас не было собственности. Во-вторых, потому, что хозяин сегодняшнего дня – «рынок» – уничтожает у нас все, что имеет социальный характер [1, с. 171]. Эти тенденции сохраняются и в настоящее время.

Очень важным представляется суждение Назарова, что город является самоорганизующейся системой и градостроитель в своей деятельности не должен ей навредить. Иными словами, делай проекты так, чтобы не навредить [1, с. 26]. Ученый настаивает на социальной ответственности градостроителя за принимаемые решения. По его мнению, градостроительство является междисциплинарной деятельностью, в которой участвуют представители разных профессий, но все они объединены вокруг одного объекта деятельности – города и для тех

кто в городе живет, т. е. «наполнения» города, социума [1, с. 26].

В отдельном разделе монографии В.Ф. Назаров рассмотрел тему управления пространственным развитием территорий населенных пунктов. По его мнению, самое главное, что определяет пространственный объект, – это его границы. При этом он выделяет границы существенные – границы континентов, городов, лесных массивов, зон доступности и юридические – границы землевладений, границы действий той или иной администрации, границы государств [1, с. 29]. По существующей практике, предпочтение отдают границам юридическим, что, по мнению Назарова, не всегда правильно.

В советские времена обком КПСС был реальным хозяином Ленинграда и Ленинградской области, так как это был единый объект управления. Секретари обкома произвольно меняли границы города. При руководстве Г.В. Романова (1970–1983) в управлении пространственным развитием был сделан упор на создание плана социально-экономического развития города и области – документа глобального планирования. Результатом стали перебои в снабжении Ленинграда товарами повседневного спроса.

При следующем секретаре обкома – Л.Н. Зайкове идея глобального планирования получила дальнейшее развитие. Было решено совместить план социально-экономического развития с Генеральным планом Ленинграда и разработать единый Генплан для Ленинграда и Ленинградской области. При разработке этого документа использовались понятия «система расселения» и «агломерация» [1, с. 33]. При разработке этого Генплана были использованы новые понятия – «планировочные направления» и «зона формирующего влияния города», предложенные и обоснованные В.Ф. Назаровым. Ввиду важности этих понятий для управления территориальным развитием, они будут рассмотрены ниже.

Для управления территориальным развитием Назаров справедливо считал необходимым составление перечня объектов градостроительной деятельности различных уровней, формирование их определений и фиксацию этого перечня в Градостроительном Кодексе [1, с. 36].

Представляются важными точки зрения Назарова на правовое значение Генпланов и Правил застройки. По его мнению, Генплан не должен быть законом, а как закон – утверждать Правила застройки. Процесс управления развитием города, по его мнению, должен превратиться в постоянное внесение частных изменений. Разработка нового Генерального плана и Правил застройки будет необходима только в случае смены стратегии развития города [1, с. 37].

2. Рассуждения В.Ф. Назарова по поводу Санкт-Петербургской агломерации [1, с. 306–308]

Санкт-Петербург – это субъект Федерации. Конституционно за ним закреплено понятие «город». Однако в его состав входят муниципальные образования – города Ломоносов, Кронштадт, Пушкин, Колпино, Сестрорецк, Зеленогорск. Значит Петербург – это нечто большее, чем город. В то же время это и не агломерация, потому что значительная часть Санкт-Петербурга находится на территории другого субъекта – Ленинградской области. Это города – Гатчина, Петрокрепость, Всеволожск и другие. Таким образом, Санкт-Петербург – это и не город, и не агломерация, а система управления не соответствует объективно существующей градостроительной сущности.

Формирование Санкт-Петербургской агломерации происходило и в советское время. В 1970-х гг. в Ленинградскую агломерацию объективно входили: город Ленинград (его границы были меньше современных) и пригороды, административно подчиненные Ленинграду: Петродворец, Кронштадт и т. д. Количество этих пригородов, по указанию партийных областных властей, постепенно увеличивалось. В административное подчинение Ленинграда включались новые поселения: Ломоносов, Красное Село, пос. Хвойное. И только после распада СССР и появления новой Конституции России Петербург объявлен городом в его современных границах.

О границах Петербургской агломерации можно рассуждать по следующим признакам: города и поселения, которые возникли *после* Петербурга, создавались и развивались под его влиянием – это *сжатая агломерация*. Ее границы на востоке включают Петрокрепость, на юге – Гатчину, на западе – форт Красная горка, на севере – форт Ино, Черная речка, Васкелово, Матокса, на востоке – берег Ладожского озера.

Если взять *расширенную агломерацию*, то она объективно включает пояс городов, существовавших до Петербурга: Луга, Ямбург (Кингисепп), Выборг, Кексгольм (Приозерск), Старая Ладога, Новая Ладога, Любань. Учитывая развитие современной инфраструктуры и новых городов, возникших в советский период: Волхов, Кириши, Сосновый Бор, Усть Луга и Приморск, – по мнению Назарова, было бы правильнее рассматривать Санкт-Петербургскую агломерацию *в ее расширенных границах*. В эти границы входят и все коллективные садоводства.

Граница агломерации в современных условиях – как граница целостности – определяется не только транспортными условиями,

обеспечивающими миграционные потоки, но в значительной степени развитостью информационных и телекоммуникационных систем. В настоящее время Санкт-Петербургская агломерация достаточно полно оснащена всеми элементами инфраструктуры, необходимыми для полноценного функционирования.

Петербург вступил в фазу урбанизации, пройденную в послевоенный период многими мегаполисами мира. Главные особенности этой фазы – деконцентрация производительных сил; изменения в структуре занятости в пользу торговли, общественного питания, транспорта и связи и сферы услуг за счет промышленности, науки и подготовки кадров; рост населения преимущественно за пределами Большого Петербурга. Эти процессы будут способствовать развитию промышленных и культурных центров в пригородной зоне и потребуют перейти к более разумному использованию природных ресурсов, в том числе территорий для промышленных зон.

3. В.Ф. Назаров об управленческом и содержательном понятиях «город»

Понятию «город и его границы» был посвящен один из разделов научного наследия В.Ф. Назарова. Он проводил различия между понятиями «город» и «агломерация», при этом границы города были в центра его рассуждений. Агломерацию ученый справедливо рассматривал как территорию, в пределах которой человек может реализовать свои основные функции жизнедеятельности: найти жилье, работу, отдохнуть, удовлетворить культурные потребности. В пределах города, по его мнению, такое сделать невозможно [1, с. 128], и это характерно для Санкт-Петербурга. Он считал, что территория, в которой могут быть реализованы основные жизненные потребности петербуржцев, выходит за установленные административные границы города.

Границы города он рассматривал как содержательные и административные, и одни в реальности не совпадают с другими.

Понятие «город» стало топологическим или административным, но не содержательным. По его мнению, агломерация имеет содержательный смысл. Ее можно очертить, понять и вычислить [1, с. 128].

Рассматривать градостроительные структуры, по его мнению, можно по двум направлениям – содержательному и управленческому. Агломерация никем не управляется. Ее границы не совпадают ни с административными границами города, ни административными границами области. Так что вопросы управления агломерациями Назаров оставлял открытыми...

Применительно к Санкт-Петербургу, он рассматривал город как «плотное тело агломерации», компактное. Вся агломерация занимает примерно территорию с радиусом 60 км, т. е. в пределах этой территории можно размещать второе жилище, для отдыха. Может быть, больше чем 60 км, со временем этот радиус может увеличиться (скорости, качество дорог) [1, с. 130]. По его наблюдению, большинство агломераций имеет линейную структуру, в частности вдоль рек (Пермь, Волгоград). Линейные агломерации могут быть многоцентровыми. Дальнейший рост многоцентровых агломераций приводит к появлению крупнейших структур – конурбаций [1, с. 130].

Мысли Назарова по классификации систем расселения не утратили своего значения и до настоящего времени.

В 2001 г. В.Ф. Назаровым по заданию Научно-исследовательского института теории архитектуры и градостроительства (НИИТАГ) была выполнена научно исследовательская разработка: *«Рекомендации по определению границ и о порядке градостроительного регулирования в зонах взаимных интересов Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в том числе в Пригородной зоне»*. Одним из результатов этой работы предполагалась подготовка «Соглашения между Администрацией Санкт-Петербурга и Правительством Ленинградской области по осуществлению особого регулирования градостроительной деятельности в территориальных зонах взаимных интересов Санкт-Петербурга и Ленинградской области» [2, с. 4]. Предполагалось, что это Соглашение будет подписано тогдашними Председателем Комитета по архитектуре и градостроительству Санкт-Петербурга О.А. Харченко и Председателем Комитета по архитектуре и градостроительству Ленинградской области А.Ц. Дычинским.

Соглашением была определена необходимость первоочередной разработки «Консолидированной схемы градостроительного планирования Санкт-Петербурга и Ленинградской области» как основного градостроительного документа, предназначенного для взаимного согласования интересов города и области при осуществлении градостроительной деятельности. Под руководством В.Ф. Назарова была подготовлена Программа-задание на разработку «Консолидированной схемы градостроительного планирования Санкт-Петербурга и Ленинградской области» [2, с. 5].

Оглавление данной работы свидетельствует о научно-обоснованном подходе при подготовке этого документа [2, с. 3]. В нем были предложены Методические принципы выявления и согласования интересов города и области. Да-

длее предлагался *порядок особого регулирования градостроительной деятельности* в территориальных зонах совместных интересов Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Затем *анализировались возможности использования* имевшихся градостроительных и нормативно-правовых документов федерального, городского и областного уровней при осуществлении пространственного развития города и области.

Далее были сформулированы предложения по разработке совместных нормативно-правовых документов, градостроительной документации и единой информационной системы для совместного пространственного развития. На основе этих предложений был составлен проект Программы-задания на разработку «Консолидированной схемы градостроительного планирования Санкт-Петербурга и Ленинградской области» [2, с. 5].

Какова была судьба этой научно-исследовательской работы В.Ф. Назарова и была ли она реализована? Из-за различий интересов руководителей города и области на перспективы и результаты экономического и пространственного развития этих территориальных объектов и использования территорий выявить, а тем более согласовать эти интересы в те годы не удалось. Тем не менее эта научно-исследовательская работа имела несомненный методический интерес и может быть использована в современных условиях. Тем более что Санкт-Петербург и Ленинградская область исторически и объективно являются единой агломерацией и необходимо определить ее границы и порядок совместного землепользования и градостроительного регулирования.

4. Идеи В.Ф. Назарова по развитию центра Ленинграда (совместно с Б.В. Николащенко) (конец 1980-х)

Также отдельной темой в научном наследии В.Ф. Назарова представлена История формирования объединенной охранной зоны в Санкт-Петербурге. Он писал о том, что впервые термины «список памятников», «охранная зона» и «объединенная охранная зона» были предложены сотрудником ГИОПа Б.А. Розадеевым (1909–1984) в начале 1980-х гг. Им были определены территории памятников, и он составлял предложения по их охранным зонам. Розадеев считал, что список памятников должен быть ограничен, чтобы хватило сил и средств их содержать [1, с. 94]. Когда Розадеев увидел, что каждый памятник был очерчен и границы начинали «слипаться» друг с другом, он предложил идею объединенной охранной зоны.

Архитектор Борис Васильевич Николащенко с конца 1950-х работал в Первой мастерской Ленпроекта под руководством В.Ф. Назарова. Его подход к масштабу охранных мероприятий был иной, чем у Б.А. Розадеева. Он считал, что охранную зону следует расширить и вообще – сохранять все что есть: и город, и архитектуру, и транспортную сеть [1, с. 96]. Охранная идеология стала превалирующей: идеология не развития, а охраны. Б.В. Николащенко считал, что без сохранения развивать город нельзя. Им была предложена идеология – «развитие через сохранение», которая и получила дальнейшее развитие.

По этой идеологии в Первой мастерской был создан Проект благоустройства центра Ленинграда и развития транспортных и инженерных систем центра как приложение к Генплану 1985–2005 гг. И когда его утверждали, то центр был сделан по идеологии Б.В. Николащенко – с максимальной зоной, и она была утверждена решением ЦК КПСС одновременно с Генпланом [1, с. 96].

Тем не менее идея объединенной охранной зоны на практике подверглась корректуре. Выяснилось, что для того чтобы приводить центр в порядок, надо заниматься комплексной реконструкцией в наиболее проблемных территориях охранной зоны. Так появилось понятие «лакуны» – территории с большими строительными возможностями и меньшими регламентами. В 1990-х в объединенной охранной зоне было выделено 150 лакун для строительства в режиме Зон регулирования застройки (ЗРЗ). Эти охранные зоны действовали более 20 лет, и за это время более 90 % участков лакун было застроено современными зданиями, иногда с высоким качеством архитектуры [1, с. 98]. Позднее, в 1988 г., объединенная охранная зона была утверждена ЮНЕСКО и получила международное признание.

5. Идеи В.Ф. Назарова о планировочных направлениях – укрупненных структурных элементах системы расселения Ленинграда и их использовании при разработке Технико-экономических основ (ТЭО) Генплана развития Ленинграда и Ленинградской области (середина 1980-х)

Идеи этих планировочных направлений были впервые выдвинуты В.Ф. Назаровым в конце 1970-х гг. при разработке проекта планировки Северо-Западного планировочного района Ленинграда. По его предложению, в этом проекте каждое планировочное направление, как линейная структура, которая формировалась вдоль целого пучка транспортных коммуникаций, имела свой вход в центр города

и выход в Пригородную зону и вмещала в свои пределы все необходимые функциональные элементы – жилище, места приложения труда и зоны отдыха [1, с. 188]. По мнению Назарова, функциональным, планировочным и транспортным стержнями этих проектируемых направлений являлась городская магистраль. На ней должны были располагаться основные учреждения обслуживания, на ней предлагалось формирование наиболее значительных градостроительных ансамблей. Применительно к Северо-Западу предлагалось три планировочных направления, которые должны были пересекаться в одной точке, где было возможно создание крупного общественного центра данного планировочного района.

Эта прогрессивная идея была поддержана главным архитектором Ленинграда Г.Н. Булдаковым и использована при разработке Генплана развития Ленинграда и Ленинградской области в середине 1980-х гг.

При разработке Технико-экономических основ этого Генплана было выделено несколько территориальных зон, располагающихся поясами вокруг общего центра как в самом Ленинграде, так и за его пределами. Их специфика позволила бы сформировать в каждом из них свою, особенную, градостроительную политику [1, с. 196–198].

В качестве первого пояса предлагался исторический центр Ленинграда в сочетании со сложившимся промышленно-селитебным поясом. На этих территориях предлагались реконструктивные мероприятия разных масштабов.

Следующим поясом предлагались новые жилые районы города разных периодов застройки (1950–1980-х).

Третьим поясом – территории городов, административно подчиненных Ленинграду (Красное село, Всеволожск).

Четвертым поясом – территории границы Ленинградской системы расселения, расположенной в пределах полуторачасовой удаленности от центра (Гатчина, Тосно, Кировск).

Далее проектировалась «буферная зона», зона нетронутой природы, за которой располагались локальные системы расселения, группирующиеся вокруг Кингисеппа, Сланцев, Луги, Волхова, Тихвина, Подпорожья, Выборга и Приозерска.

В этой работе поясное зонирование дополнялось радиальными *планировочными направлениями* в сторону Выборга, Приозерска, Волхова, Любани, Гатчины, республик Прибалтики. По существу предлагались не только существенно развитые коммуникации, но и тяготеющие к ним города, поселки, зоны отдыха, производственные центры. В целом сочетание

поясных зон и радиальных направлений мог составить костяк планировочной организации всей территории области, включая и Ленинград [1, с. 199].

ТЭО Генерального плана Ленинграда и Ленинградской области, разработанные с использованием планировочных направлений, явились редким примером проектирования территории агломерации (хотя это слово в монографии В.Ф. Назарова не упоминается) – обширной и динамичной градостроительной структуры, расположенной в нескольких административно-территориальных единицах. Нужда в такой работе по Петербургу и Ленинградской области сохраняется и сегодня [1, с. 199].

Таким образом, предложенная В.Ф. Назаровым и его коллегами инженерами-транспортниками Первой мастерской идея планировочных направлений может быть использована в градостроительном планировании и проектировании и в настоящее время.

6. Мысли В.Ф. Назарова о потенциале развития Санкт-Петербурга

В.Ф. Назаров глубоко изучал физико-географическую ситуацию Ленинграда – Санкт-Петербурга. На основе этого изучения он приходил к невеселому выводу о том, что у города есть два постоянных врага – это география и климат и в смысле развития городу больше ничего не светит [1, с. 114]. В то же время он справедливо считал, что у Санкт-Петербурга имеется социокультурный потенциал, который нельзя измерить деньгами. Ссылаясь на мнение известного экономиста проф. И. Сыроежина, Назаров считал, что основная задача крупнейшего города – это производство не машин, не электроники, а квалификации. Умение людей достойно жить и творить в современном мире – вот главное, что должен производить Санкт-Петербург [1, с. 112].

Рассматривая составляющие социокультурного потенциала, Назаров выделял самое главное – жителей города. Он считал, что город своим социокультурным полем формирует особый тип жителей-петербуржцев. По его мнению, социокультурное поле формируется архитектурой исторической части города, доступностью лучших образцов мировой культуры в музеях, библиотеках, архивах, театрах, концертных залах. Возможностями получать высшее образование по всем сферам деятельности, возможностями общения с людьми самых разных профессий и уровней знаний [1, с. 113]. Следует согласиться с мнением ученого, что исторически сложившийся облик Петербурга является важнейшим элементом созидательного потенциала города. И прежде всего, самого главного его достояния –

петербуржца [1, с. 114]. Однако с этим мнением можно согласиться лишь отчасти.

В настоящее время его социокультурный потенциал падает, хотя город в целом становится богаче. Причин этому много. Это и особенности общественно-политической жизни России в настоящее время, и тотальная цифровизация, компьютеризация и финансовая недоступность получения высшего образования, музеев и театров, и растущее отчуждение людей.

К экологическому потенциалу развития Петербурга В.Ф. Назаров отнес гигантские запасы пресной воды. По его мнению, запасов Онежского, Ладожского озер и бассейна Невы хватило бы не только на нужды города, но в перспективе и на продажу [1, с. 115]. Однако он указывал на опасность эвтрофикации Финского залива – биологического загрязнения, размножения и гниения водорослей. Это может повлиять и на загрязнение Невы. Если мы запачкаем нашу воду – отмечал он, мы утратим нашу природную ценность [1, с. 115].

Что касается преимуществ географического положения Петербурга, то они, по его мнению, в будущем будут зависеть от положения транспортного коридора Китай – Сибирь – Европа. Но когда начался развал СССР, на ситуации с внешним транспортом остро сказались «отключение» прибалтийских портов, транзиты изменились и пошли южнее Петербурга [1, с. 116]. Назаров справедливо считал, что руководству города надо очень внимательно следить за конъюнктурой колебания транспортной ветки Сибирь–Европа – то севернее, то южнее. От этого будет очень зависеть судьба Петербурга. Надо понимать, считал он, что чем севернее поднимется ветка, связывающая Азию с Европой, тем больше от этой ветки Петербург будет иметь. А если она опустится ниже, то мы окажемся в стороне от всех будущих цивилизационных событий и будем потихоньку деградировать [1, с. 116].

В этих высказываниях, с которыми можно во многом согласиться, проявлялись прогностические способности В.Ф. Назарова, основанные на глубоком понимании природных, географических и социальных особенностей Ленинграда – Петербурга.

7. Идеи В.Ф. Назарова о необходимости взаимодействия и взаимодополнения и корреляции пространственного планирования и социально-экономического планирования

В начале лекции, посвященной этим вопросам, В.Ф. Назаров рассматривал территориальное планирование как деятельность, которая связана с очень многим: и с экологией, и с социологией, и с землеустройством, и с

системой управления. И таких «и», считал он, может быть еще много, и на все «и» надо дать ответ [1, с. 80]. Он задавался вопросом, можно ли разрабатывать Генеральный план без четко поставленной задачи социально-экономического развития? Можно ли заниматься территориальным планированием, не зная социально-экономической основы?

В связи с этим он вспоминал разработку Генерального плана 1966 г., когда никакого плана социально-экономического развития не было и все параметры градостроители вычисляли самостоятельно [1, с. 82]. В то время существовала директива партии и Правительства – крупные города не развивать. Существовала концепция идеального города на 100 тыс. человек, и все крупные мегаполисы типа Москвы и Ленинграда надо всячески ограничивать в росте населения и территории. Это было социально-экономической задачей [1, с. 82].

В случае разработки Генплана Ленинграда 1966 г. численность населения была определена Председателем Совета министров А.Н. Косыгиным – 3 млн. 500 тыс. человек. А отсюда и все остальное – количество школ, детских учреждений, больниц, потребностей в энергоресурсах, транспорте и т. д. Так, совершенно случайным образом в то время делались эти цифры, которые представляли экономическое развитие [1, с. 83].

Позднее, детальные планы социально-экономического развития, основанные на централизованном планировании снизу доверху и наоборот, стали обязательными для разработки Генеральных планов. На основе этих планов для Ленинграда и области был создан Генеральный план 1986 – 2005 гг. [1, с. 84]. В.Ф. Назаров считал, что на 20 лет предугадать точное поведение такой сложной социально-экономической системы, как город, невозможно. Габариты примерно определить можно [1, с. 84].

По мнению Назарова, пространственное и социально-экономическое планирование очень связаны между собой, они должны поддерживать, укреплять и корректировать друг друга. Социально-экономический план, т. е. цифровой план, должен корректироваться в зависимости от пространственной организации и наоборот [1, с. 84–85].

Вместо планов социально-экономического развития В.Ф. Назаров предложил понятия «рентного эффекта» и «потенциала места». Исследуя потенциал места (что на этой территории можно вырастить и какой урожай снять), можно определить и численность населения, и размер продукции, который может быть получен. Исходя из анализа территории, можно вырастить социально-экономическую гипотезу развития безо всяких усилий [1, с. 85]. С помо-

щью Научной части ЛенНИИпроекта В.Ф. Назаров развивал исследование потенциалов территорий и рентных эффектов от тех или иных преобразований.

В середине 1990-х Международный центр социально-экономических исследований (Леонтьевский центр) предложил вместо плана социально-экономического развития при разработке Генплана города использовать целеполагающий документ – Стратегический план развития города [1, с. 86]. В основе этого плана было разработано «Дерево целей». Однако из-за экономической незаинтересованности властей эти предложения и идеи В.Ф. Назарова в территориальном планировании не были использованы.

Интересными являются мысли ученого о разработке Генеральных планов. В 2014 г. появилась необходимость оптимизации утвержденного Генерального плана развития Санкт-Петербурга. У Назарова возникла идея создания нового Генплана. В связи с этим интересны его высказывания по поводу процесса разработки Генплана Петербурга.

«Это серьезная задача – создать новый Генеральный план города, – отмечал он. – Не корректировать старый, а новый Генеральный план разработать. Идут Генеральные планы, в них вносятся изменения, это налаженный процесс, город умеет этим заниматься. Генеральный план – это постоянно действующий документ непрерывного действия. Это правильно, но на каком-то этапе надо пересмотреть основы: экология, демография, население, экономика...поменять основы схемы, стратегии разработки Генерального плана. Сейчас очень подходящий момент – есть Стратегия. Теперь нужно разобраться с тем, каким должен быть новый Генеральный план. Сначала, на стадии Концепции, здесь могут быть варианты, и после этого делается сам Генеральный план. Весь цикл «Стратегия – Концепция Генерального плана – Генеральный план – Правила землепользования и застройки» составляет пять лет. Это для того, чтобы отработать весь комплект документов, обеспечивающих развитие города. Стратегия сделана. На ее разработку ушел один год, потребуется еще четыре года интенсивной работы, и только тогда мы получим комплект документов, определяющих градостроительное регулирование...Поскольку есть целевая установка – Стратегия, грех не включить сюда все остальное и не разработать в этой цепочке документ территориального планирования, определяющего пространственное развитие Санкт-Петербурга» [1, с. 247–248]. «Границы и этапы проектирования – это суть работы, – добавлял он. – Этим определяется, что мы будем проек-

тировать в каком составе и в каких границах. Это надо решать на предварительной стадии разработки – в Концепции. Я убежден, что если делать новый Генеральный план в старых границах, – это полная бессмыслица. Мы это видим на примере Москвы. Прирезав большой кусок, они так запутались, что не знают теперь, что с этим делать. Не сформировали, не обосновали прирезку именно этих территорий к Москве, не сделали никакого планировочного исследования по границам московской агломерации, что к ней относится, какие территории испытывают влияние Москвы больше, какие меньше. В результате в Москве строительство жилья будет убывать, а в области прирастать» [1, с. 248]. К сожалению, В.Ф. Назарову не удалось добиться разработки нового Генплана Санкт-Петербурга. В 2015 г. его не стало.

С этого времени разработанный под его руководством Генплан подвергся оптимизации. Затем последовали глобальные события – эпидемия Covid 19, затем с февраля 2022 г. Специальная военная операция на Украине.

Генплан Санкт-Петербурга В.Ф. Назарова был окончательно доработан с учетом новых социальных и экономических условий и утвержден на городском уровне лишь в декабре 2023 г. Реализация этого Генплана рассчитана на 2021–2030 гг., с перспективой до 2050 г.

Завершая обобщение научного наследия В.Ф. Назарова, следует отметить, что оно не ограничивается «Записками питерского урбаниста» – циклом лекций и бесед с коллективом Петербургского НИПИГрада. Это, прежде всего, его программная статья «Этапы становления Большого Ленинграда» (1974 г.) [3], в которой раскрыты идеи, положенные в основу Генеральных планов развития города 1930–1970-х гг. Не менее интересна его статья «Северо-Запад. В интересах человека, в согласии с природой» (1979 г.), где рассмотрены процессы градостроительного проектирования и застройки этой части Петербурга, которые в настоящее время далеки от завершения [4]. Идеи совместного развития Ленинграда и Ленинградской области были раскрыты В.Ф. Назаровым и Г.Н. Буддаковым в статье «Контур Генерального плана» (1985 г.). В ней был рассмотрен процесс разработки Генерального плана развития города и области – по существу, агломерации. Большой интерес представляют показанные в данной статье различные варианты развития города – от искусственных островов в Финском заливе до идеи развития города на восток, вдоль берегов Невы. Творчеству Геннадия Никаноровича Буддакова (1924 – 1990) – главного архитектора Ленинграда с 1971 по 1986 гг. посвящена статья В.Ф. Назарова

(1999 г.) [5]. Эта статья может стать образцом подобных биографических статей [6, 7].

Изучение научного наследия Валентина Федоровича Назарова может быть интересно и полезно не только студентам архитектурных вузов, но и профессионалам в области архитектуры и градостроительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Назаров В.Ф. Записки питерского урбаниста / ред. и сост. Б.И. Зеленов. СПб.: Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2024. 496 с.

2. Назаров В.Ф. НИР НИИТАГ РААСН «Рекомендации по определению границ и порядке градостроительного регулирования в зонах взаимных интересов Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в том числе в Пригородной зоне» (2000–2001 гг.).

3. Назаров В.Ф. Этапы становления Большого Ленинграда // Строительство и архитектура Ленинграда. 1974. № 12. С. 5–8.

4. Назаров В.Ф. Северо-Запад. В интересах человека, в согласии с природой // Строительство и архитектура Ленинграда. 1979. № 1. С. 10–21.

5. Назаров В.Ф. Геннадий Булдаков (1924–1990) // Архитекторы об архитекторах. СПб.: ОАО «Иван Федоров», 1999. С. 519–513.

6. Вайтенс А.Г. Александр Иванович Наумов – выдающийся градостроитель Ленинграда: грани творчества (1930–1980-е гг.) // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 85–95. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.11.

7. Вайтенс А.Г. Валентин Александрович Каменский (1907–1975): этапы градостроительной деятельности // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 2. С. 125–132. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.18.

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

Для цитирования: Вайтенс А.Г. Научное наследие архитектора-градостроителя В.Ф. Назарова (1932–2015): идеи и предложения // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 93–104. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.12.

For citation: Vaytens A.G. The scientific heritage of the architect-urban planner V.F. Nazarov (1932–2015): ideas and proposals. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 93–104. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.12.

Принята: 15.06.2025 г.

REFERENCES

1. Nazarov V.F. *Zapiski piterskogo urbanista* [Notes of the St. Petersburg urbanist]. St. Petersburg, Publishing and Printing Company «Costa», 2024. 496 p.

2. Nazarov V.F. NIR NIITAG RAASN «*Rekomendacii po opredeleniju granic i porjadke gradostroitel'nogo regulirovaniya v zonah vzaimnykh interesov Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti, v tom chisle v Prigorodnoj zone*» (2000–2001 gg.) [NIR NIITAG RAASN “Recommendations on the definition of boundaries and the procedure for urban planning regulation in the zones of mutual interests of St. Petersburg and the Leningrad Region, including in the Suburban Zone” (2000–2001)].

3. Nazarov V.F. Stages of the formation of Greater Leningrad. *Stroitel'stvo i arhitektura Leningrada* [Construction and architecture of Leningrad], 1974, no. 12, pp. 5–8. (in Russian)

4. Nazarov V.F. North-West. In the interests of man, in harmony with nature. *Stroitel'stvo i arhitektura Leningrada* [Construction and architecture of Leningrad], 1979, no. 1, pp. 10–21. (in Russian)

5. Nazarov V.F. Gennady Buldakov (1924–1990). *Arhitektory ob arhitektorah* [Architects about Architects]. St. Petersburg, Ivan Fedorov OJSC, 1999, pp. 519–513. (in Russian)

6. Vaytens A.G. Alexander Ivanovich Naumov – an outstanding urban planner of Leningrad: the facets of creativity (1930–1980s). *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 85–95. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.11

7. Vaytens A.G. Valentin Kamensky (1907–1975): Stages of Urban Planning Activities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 125–132. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.18

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

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 725.215 + 721.012.5

DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.13

Е. Ю. АГЕЕВА
Т. В. КАРАКОВА

РОЛЬ СРЕДОВОГО ДИЗАЙНА В ФОРМИРОВАНИИ ИДЕНТИЧНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL DESIGN IN SHAPING
URBAN ENVIRONMENT IDENTITIES

На современном этапе актуализировалась задача формирования идентичного образа городской среды, способной не только воспроизвести и сохранить культурно-историческое наследие, но и привнести новые современные характеристики комфорта, коммуникации, создать аттрактивные объекты, интегрированные в сложившуюся структуру исторического поселения. В статье особое внимание авторы уделяют роли средового дизайна, способного реанимировать исторический контекст города, интегрировать в него современные достижения интерактивных технологий с учетом того фактора, что базовой составляющей процесса формирования городской идентичности является историко-культурное наследие городов, материализованное в объектах архитектуры, средового дизайна, благоустройства и малых форм.

Ключевые слова: историческое наследие города, городская идентичность, историческое поселение, средовой дизайн, уникальный образ города, городская символика и айдентика

At the present stage, the task of forming an identical image of the urban environment has become relevant, capable not only of reproducing and preserving cultural and historical heritage, but also of introducing new modern characteristics of comfort, communication, and creating attractive objects integrated into the established structure of the historical settlement. In the article, the authors pay special attention to the role of environmental design, which can reanimate the historical context of the city, integrate modern achievements of interactive technologies into it, taking into account the fact that the basic component of the process of forming urban identity is the historical and cultural heritage of cities, materialized in objects of architecture, environmental design, landscaping and small forms.

Keywords: historical heritage of the city, urban identity, historical settlement, environmental design, unique image of the city, urban symbols and identity

На современном этапе развития общества все большее значение приобретает задача сохранения культурно-исторического наследия города, аккумулированного в архитектурных памятниках и уникальных городских локациях. Классифицируя понятие «культурно-историческое наследие» в контексте урбанистики как совокупность объемно-пространственных и духовных ценностей, материализованных в городской среде, ряд исследователей указывают на его доминантную роль в формировании образа

и идентичности города, ментальности жителей, что в конечном счете становится важнейшей социально-экономической составляющей [1, 2]. Основы государственной культурной политики, утвержденные Указом Президента РФ 24 декабря 2014 года, актуализировали формирование «идентичности и культурного суверенитета» на основе сохранения, восстановления, активного функционирования и вовлечения «...памятников архитектуры, их ансамблей, достопримечательных мест и усадебных комплек-

сов в культурный и туристский оборот» [3]. Это поставило перед архитекторами и дизайнерами задачи по системному решению проблемы сохранения исторической среды города и интеграции в нее не только новых архитектурных объектов, но и современных социокультурных процессов. Городской исторический центр аккумулирует совокупность уникальных экономических, деловых, социокультурных функций, предоставляет населению финансовые, культурно-образовательные услуги, делая при этом акцент на удовлетворении культурно-познавательных и развлекательных потребностей населения. Высокая динамичность функционально-пространственной среды, изменения в структуре потребностей современного горожанина, их неоднородность определяют в конечном счете не только характер социокультурного пространства города и его исторического ядра, но и оказывают влияние на степень его уникальности, что получило развитие в Указе Президента РФ № 38 от 25.01.2023 года «О внесении изменений в основы государственной культурной политики», где во главу угла поставлен вопрос не только о сохранении и преумножении уникальности городского пространства, но и сформулировано понятие «культурный суверенитет», представляющий собой «совокупность социально-культурных факторов, позволяющих народу и государству формировать свою идентичность, избегать социально-психологической и культурной зависимости от внешнего влияния, быть защищенными от деструктивного идеологического и информационного воздействия, сохранять историческую память, придерживаться традиционных российских духовно-нравственных ценностей» [3]. Безусловно, базовой составляющей этого определения является историко-культурное наследие городов, материализованное в объектах архитектуры, среднего дизайна, благоустройства, малых форм, что и формирует основу городской идентичности.

Активизированный в России процесс выявления и нормативно-правового закрепления границ исторических поселений потребовал интеграции междисциплинарных исследований в области социологии, психологии, искусствоведения, культурологии, градостроительства, архитектуры, дизайна городской среды, экономики и других направлений, позволяющих подробно изучить проблематику формирования городской идентичности и образа города. По оценкам ряда специалистов городская идентичность представляет собой конгломерат городских образов, объединенных в систему символических знаков, закодированных в архитектурных объектах и элементах городской среды. Среди многообразия научных иссле-

дований, посвященных феномену «городская идентичность», можно познакомиться с такими базовыми трактовками термина, как «коллективная, социальная и территориальная идентичность, идентичность с городом, идентичность города», при этом в качестве системного определения специалисты выделяют понятие «территориальная идентичность или идентичность города» как совокупность воспринимаемых образов городской среды и архитектуры, репрезентацию традиций, легенд и мифов. Яркой иллюстрацией является формулировка, отражающая процесс формирования городской идентичности на основе материализации символических сюжетов в городской среде, ежедневно окружающей горожан и представляющей собой основной ресурс по созданию уникального, запоминающегося образа города, формирующего его конкурентные приоритеты [4–7]. Выделяя в своих исследованиях ряд системообразующих факторов городской идентичности, таких как градостроительные особенности и историко-культурный потенциал города, его исторические традиции, численность населения, архитектура, специфика городской символики и айдентики, мифология и менталитет жителей, исследователи особую роль отводят вопросам формирования образа города, аккумулирующего знаково-символическую структуру, стилистику застройки и благоустройства, ее архетипы, ансамблевость, историческую персонализацию городских локаций и их достопримечательность. При этом междисциплинарное сообщество ученых, занимающихся проблематикой выявления и сохранения исторического наследия городов, закрепления и придания правового статуса границ исторических поселений, указывает на необходимость разработки мероприятий, позволяющих не только сохранять и презентовать городскую идентичность, но и насыщать ее новыми смыслами и современными функциями, искать формы соучастия административных органов управления и горожан в этом процессе.

Учет идентичности среды исторического поселения становится все более значимым в контексте работ по архитектурному проектированию и дизайну городской среды. В критериях оценки качества городской среды показатель «идентичность» включает такие характеристики, как комфорт и экологичность, а архитектурная идентичность представляет собой набор материальных и нематериальных качеств, присущих городской среде и поддающихся архитектурному осмыслению: в виде физических элементов и пространственных характеристик [8, 9]. Дизайнерские интервенции следует рассматривать как сложную

многоуровневую систему, которая влияет на градостроительные структуры, предметно-пространственную среду городских улиц, площадей, пешеходных зон, бульваров, набережных и других открытых пространств города, формирующих композиционно и образно-стилистически единый ансамбль, на архитектурные фасады, городскую скульптуру, малые формы, арт-объекты, элементы городской навигации [10, 11]. При этом практики работы с отдельными объектами культурного наследия в сфере инфраструктуры городского дизайна невозможно рассматривать в отрыве от системного подхода к проблематике восстановления, сохранения и привнесения новых функций к различным участкам среды исторического поселения.

Анализ современных мировых успешных практик работы с городской средой исторических поселений позволил авторам статьи систематизировать дизайнерские интервенции и их содержание, позволяющие наиболее активно формировать уникальный образ города, наполнять его аутентичными характеристиками. Среди наиболее показательных градостроительно-дизайнерских мероприятий в этом направлении можно выделить следующие:

- формирование и реновация в исторических кварталах современных благоустроенных общественных пространств;
- проектирование пешеходных мини-мостов в системе «проникающих» дворовых пространств, позволяющих сохранять исторический масштаб застройки квартала при включении диагональных осей его развития по вышележащим уровням;
- имитация объектов благоустройства (подражание стилизованным особенностям окружения) и аппликация фасадов архитектурных объектов (стилевая реабилитация объектов индустриального типового строительства, оказавшихся в границах исторического поселения);
- моделирование средового сценария, подчинение внедряемых объектов дизайна сложившимся пространственно-историческим структурам, кодирование в оформлении элементов уличной мебели, нестационарных торговых павильонов и озеленения, стилизованных приемов, отражающих аутентичность и архитектурный стиль исторически ценных пространств;
- трансляция идентичности в таких элементах средового дизайна, как орнаментальные и колористические решения мощения, разработка объектов-символов, учет гербовых особенностей, шрифтов городской навигации и разных видов визуальной информации;
- включение в историческую среду произведений пластического монументального искусства, «маркирующих» место и дифферен-

цированных в контексте сценарного подхода на аутентичные и арт-объекты, а также – интерактивных и медиа технологий, световых инсталляций, представляющих современные локальные аттракторы;

▪ дизайн-проектирование в рамках тактического урбанизма за счет локального включения мобильных, временных конструкций малых архитектурных форм и арт-объектов в среду исторического поселения для проведения праздничных мероприятий, создание объектов и знаковых акцентов из легких сборно-разборных конструкций, информационных объектов и стендов в контексте эстетики эпохи, соответствующих «памяти места» [12, 13] и выполненных по историческим фотографиям и чертежам.

Отдельные приемы успешных мировых практик можно проследить на представленных иллюстрациях (рис. 1–4).

В Лондонском сити реализован сад Сент-Панкрас Чипсайд, расположенный на месте существующей ранее и утраченной романской церкви. Это культовое сооружение было уничтожено пожаром в XVII веке, однако оставило большой след в истории города и в ментальной памяти нескольких поколений горожан. Малые формы, выполненные с включением в концепцию идентичности, несут образные характеристики романского стиля, воплощенного в деревянной резьбе спинки уличной мебели. По замыслу авторов проекта в рисунках этой резьбы присутствует собирательный опыт древних мастеров, украшавших церкви романского периода (см. рис. 1).

Город Гуанчжоу имел в прошлом мощный экономический потенциал и сохранил историко-культурное наследие, которое было бережно подвергнуто репрезентации современными архитекторами, построившими свою концепцию идентичности на использовании местных строительных материалов, характерных для историко-географической локации города. Сохранение образа городских кварталов за счет использования натуральных плиток, кирпича, черепицы и дерева подчеркивает исторический и стилизованный контекст городской среды. Помимо перечисленных строительных материалов в качестве дополнительного декора активно применены элементы отделки, светильников в виде китайских фонариков и малых форм из специально обработанной ржавой стали. По оценкам специалистов реализованный проект дизайн благоустройства квартала Юнцзинфанг демонстрирует гармоничное сочетание инвестиционной, туристической и социально-культурной привлекательности исторического района города.

Существующий Музей истории города Манреса включает ряд зданий, в числе кото-

рых бывшее здание иезуитского колледжа XVII века. Перед архитекторами стояла задача не только реконструировать древнюю постройку, но и сохранить образ исторического объекта, обеспечив ментальные и визуальные связи архитектурного наследия и современности.

Рассматриваемый объект носит название «Последовательность» и представляет собой ги-

гантскую инсталляцию, перекрывающую значительную часть квартальной улицы, олицетворяя социальную коммуникацию горожан, возвращение личного общения на улицы и площади города, а также демонстрируя архитектурно-стилевую связность прилегающей застройки. По замыслу авторов данный объект может менять свою локацию и стилистику каждые пять лет.



Рис. 1. Сад Сент-Панкрас Чипсайд, Лондонский сити
Fig. 1. St Pancras Garden Cheapside, City of London



Рис. 2. Квартал Юнцингфанг в историческом центре Гуанчжоу, Китай
Fig. 2. Yongcingfang Quarter in the historical center of Guangzhou, China



Рис. 3. Музей барокко Каталонии в Манресе, Испания
Fig. 3. The Baroque Museum of Catalonia in Manres, Spain



Рис. 4. Инсталляция у здания фламандского парламента в Брюсселе, Бельгия
Fig. 4. Installation at the Flemish Parliament building in Brussels, Belgium

Сегодня сохранение исторической среды города и ее идентичности ставит перед архитекторами и средовыми дизайнерами новые задачи по формированию современной концепции реконструкции и реновации города и его исторической части. Эта концепция основывается на коллаборации исторического наследия и современной архитектуры, привносящей новый уровень комфорта, эстетических впечатлений, социальной коммуникации и инфраструктуры в городскую среду. Доминантная роль городской идентичности в развитии туристической привлекательности проявляется экономически активно как в случае репрезентации исторического наследия, так и в создании современного образа города с учетом его исторического потенциала [14–16]. Такой подход отражает социально-экономические интересы городских властей, горожан и гостей города, способствуя развитию туризма и совершенствованию инвестиционного климата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луховская О.К. Культурный потенциал как социально-экономический ресурс национального хозяйства // Социально-экономические явления и процессы. 2010. № 1(17). С. 78–97.

2. Путрик Ю.С. Роль объектов культурного наследия и туризма как фактора культурного суверенитета // Журнал Института Наследия. 2024. № 4. С. 4–7. DOI: 10.34685/HI.2024.90.71.002.

3. Указ Президента Российской Федерации от 25.01.2023 г. № 35 «О внесении изменений в Основы государственной культурной политики, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 808 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202301250004> (дата обращения: 12.01.2024).

4. Федотова Н.Г. Формирование городской идентичности: факторный и институциональный аспекты // Журнал социологии и социальной антропологии. 2017. № 20(3). С. 32–49.

5. Дягилева Н.С. Теоретические аспекты городской идентичности // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы. Екатеринбург: УрФУ, 2013. С. 54–59.

6. Скалкин А.А. Понятие идентичности и факторы ее формирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. № 4(41). С. 57–67.

7. 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.

8. Цорик А.В. Архитектурно-планировочная идентичность городской среды: автореф. дис. ... канд. архитектуры: 2.1.11. Н. Новгород: ННГАСУ, 2023. 24 с.

9. Скалкин А.А. Понятие идентичности и факторы ее формирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. № 4(41). С. 57–67.

10. Татарченко А.В. Средовой подход в архитектуре: от теории к реализации // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 9. С. 115–119.

11. Михайлов С.М. Дизайн города в историческом аспекте // Вестник ОГУ. 2011. № 9(128).

12. 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.

13. 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.

14. Мусиездов А.А. Территориальная идентичность в современном обществе // Лабиринт: журнал социально-гуманитарных исследований. 2013. № 5. С. 51–58.

15. Каракова Т.В., Воронцова Ю.С. Принципы психогеографии в проектировании городской среды // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 142–146. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.17.

16. Каракова Т.В., Данилова А.В. Роль «зрительных ансамблей» в формировании аттрактивного образа объекта архитектуры // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4. С. 132–137. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.16.

REFERENCES

1. Lukhovskaya O.K. Cultural potential as a socio-economic resource of the national economy. *Social'no-jekonomicheskie javlenija i process* [Socio-economic Phenomena and Processes], 2010, no. 1(17), pp. 78–97. (in Russian)

2. Putrik Y.S. The role of cultural heritage and tourism as a factor of cultural sovereignty. *Zhurnal Instituta Nasledija* [Journal of the Heritage Institute], 2024, no. 4, pp. 4–7. (in Russian) DOI: 10.34685/HI.2024.90.71.002

3. Decree of the President of the Russian Federation of 25.01.2023 No. 35 “On Amendments to the Fundamentals of State Cultural Policy, approved by Decree of the President of the Russian Federation of December 24, 2014 No. 808. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202301250004> (accessed 12 January 2024).

4. Fedotova N.G. Formation of urban identity: factor and institutional aspects. *Zhurnal sociologii i social'noj antropologii* [Journal of Sociology and Social Anthropology], 2017, no. 20(3), pp. 32–49. (in Russian)

5. Diaghileva N.S. Theoretical aspects of urban identity. *Brending malyh i srednih gorodov Rossii: opyt, problema, perspektivy* [Branding of small and medium-sized cities in Russia: experience, problems, prospects]. Yekaterinburg: UrFU, 2013, pp. 54–59. (in Russian)

6. Skalkin A.A. The concept of identity and the factors of its formation. *Architecture and Modern Information Technologies* [Architecture and Modern Information Technologies], 2017, no. 4(41), pp. 57–67. (in Russian)
7. Karakova T.V., Chergizova K.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
8. Tsorik A.V. *Arhitekturno-planirovochnaja identichnost' gorodskoj sredy: avtoref.* Cand. Diss. [Architectural and planning identity of the urban environment: abstract. Cand. Diss.]. N. Novgorod, NNGASU, 2023. 24 p.
9. Skalkin A.A. The concept of identity and the factors of its formation. *Architecture and Modern Information Technologies* [Architecture and Modern Information Technologies], 2017, no. 4(41), pp. 57–67. (in Russian)
10. Tatarchenko A.V. Environment approach in architecture: from theory to implementation. *Sovremennye naukoemkie tehnologii* [Modern knowledge-intensive technologies], 2018, no. 9, pp. 115–119. (in Russian)
11. Mikhailov S.M. City design in the historical aspect. *Vestnik OGU* [OSU Bulletin], 2011, no. 9(128). (in Russian)
12. 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
13. 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
14. Musiozov A.A. Territorial identity in modern society. *Labirint. Zhurnal social'no-gumanitarnykh issledovaniy* [Labyrinth. Journal of Social Humanities Research], 2013, no. 5, pp. 51–58. (in Russian)
15. Karakova T.V., Vorontsova Yu.S. Principles of Psychogeography in the Urban Environment Design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 142–146. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.17
16. Karakova T.V., Danilova A.V. Role of “Visual Ensembles” in the Formation of Attractive Image of the Architecture Object. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 132–137. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.16

Об авторах:

АГЕЕВА Елена Юрьевна

доктор философских наук,
доцент, профессор кафедры архитектуры
Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет
603952, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65
E-mail: ag_eu@bk.ru

КАРАКОВА Татьяна Владимировна

доктор архитектуры, профессор,
профессор кафедры дизайна
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: t.karakowa@mail.ru

AGEEVA Elena Yu.

Doctor of Philosophic Sciences, Associate Professor,
Professor of the Architecture Chair
Nizhny Novgorod State University of Architecture
and Civil Engineering
603952, Russia, Nizhny Novgorod, Iljinskaya st., 65
E-mail: ag_eu@bk.ru

KARAKOVA Tatyana V.

Doctor of Architecture, Professor,
Professor of the Design Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: t.karakowa@mail.ru

Для цитирования: Агеева Е.Ю., Каракова Т.В. Роль средового дизайна в формировании идентичности городской среды // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 105–111. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.13.
For citation: Ageeva E.Yu., Karakova T.V. The role of environmental design in shaping urban environment identities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 105–111. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.13.

Принята: 30.05.2025 г.

А. Е. БАЛАКИНА
Н. Д. ТЕСЛЕР

АНАЛИЗ ОПЫТА РАЗМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF LOCATION AND DEVELOPMENT OF MULTI-PURPOSE HEALTHCARE FACILITIES IN THE URBAN SPACE

Эффективное размещение медицинских учреждений в городской инфраструктуре представляет собой одну из ключевых задач градостроительного проектирования. Целью данной статьи является проведение анализа размещения многофункциональных медицинских объектов (ММО) в городской среде, а также определение принципов развития и реконструкции территории многофункциональных медицинских объектов, влияющих на моделирование генерального плана и объемно-планировочных решений многофункциональных медицинских объектов при реконструкции. Для реализации поставленных целей авторами проведен анализ теоретического и практического опыта (с учетом личного опыта авторов статьи) размещения многофункциональных медицинских объектов в городской среде. Результатом исследования является определение принципов реконструкции ММО, оказывающих влияние на архитектурно-планировочные решения и решения по генеральному планированию.

Ключевые слова: многофункциональные медицинские объекты, городское пространство, транспортная доступность, правила землепользования застройки, плотность застройки, вид разрешенного использования, принципы реконструкции

Введение. Вопросы градостроительного зонирования территории для размещения объектов медицинского назначения описаны в работах [1–7]. Оптимальное размещение медицинских объектов в городской застройке является одной из важнейших задач градостроительного проектирования. Хотя при реконструкции расположение объекта не меняется, но в ряде случаев возникает необходимость в постоянном или временном переносе части лечебных функций в другие медицинские организации [8]. Тогда планирование размещения взаимосвязанных многофункциональных медицинских объектов (ММО) становится необходимым. При этом целесообразно равномерно распределять плотность лечебно-профилактиче-

The effective location of medical institutions in the urban infrastructure is one of the key tasks of town-building design. The purpose of this article is to analyze the location of multi-purpose healthcare facilities (MHFs) in the urban environment, as well as to determine the principles of development and reconstruction of the territory of multi-purpose healthcare facilities that affect the modeling of the master plan and space-planning solutions of multi-purpose healthcare facilities during reconstruction. To accomplish the goals to be sought, the authors analyzed the theoretical and practical experience (taking into account the personal experience of the article authors) of locating multi-purpose healthcare facilities in the urban environment. The result of the research is the determination of MHFs reconstruction principles that affect the architectural and planning solutions and master planning solutions.

Keywords: multi-purpose healthcare facilities, urban space, vehicular accessibility, land use and development regulations, built-up density, type of permitted use, principles of reconstruction

ских услуг по жилым районам города, формировать целостную систему медицинского обслуживания населения с учетом современных требований развития здравоохранения.

Формирование такой системы должно производиться на основе федеральной, а также региональных и муниципальных схем территориального планирования развития здравоохранения. Отметим, что, согласно законодательству [9], федеральная схема территориального планирования обязательна только для пяти областей: обороны, транспорта, энергетики, высшего образования и здравоохранения. Размещение объектов здравоохранения допускается в жилых и общественно-деловых зонах городов.

Исторические центры крупных городов, как правило, имеют весьма ограниченные возможности по предоставлению свободных земельных участков. В связи с этим возрастает значимость реконструкции ММО на существующих площадях.

Хотя ситуационный план разрабатывается в обязательном порядке только для объектов производственного назначения [10], для ММО также целесообразно описание размещения земельного участка в городской застройке. Причиной этого является сложность архитектурно-технологического комплекса ММО, который по насыщенности оборудованием занимает промежуточное место между непроизводственными и производственными объектами.

В соответствии с законодательством [10] в разделе «Схема планировочной организации земельного участка» должно быть выполнено обоснование решений по инженерной подготовке территории, по размещению зданий и сооружений, а также обоснование схемы транспортных коммуникаций, описание решений по благоустройству территории и вертикальной планировке. На генеральном плане должны указываться не только места размещения проектируемых, существующих и сносимых зданий и сооружений, но и этапы строительства объектов. В этом разделе решаются также некоторые вопросы технологии и организации строительства, в частности, определяются схемы движения транспортных средств на строительной площадке и разрабатывается план перемещения земляных масс.

Поскольку ММО сочетает в себе черты объектов как непроизводственного, так и производственного назначения, в проекте могут разрабатываться решения, характерные для производственных объектов, в частности, принципиальная схема зонирования территории и обоснование размещения основных, вспомогательных, подсобных, складских зданий и сооружений.

В соответствии с нормами застройки [11] площадь земельных участков многопрофильных больниц и медицинских центров для взрослого населения следует принимать 0,006-0,015 га на одну койку в зависимости от мощности стационара, в Москве [29] – 0,006-0,007 га на одну койку. Площадь земельных участков для поликлиник и амбулаторий должна составлять 0,1 га на 100 посещений в смену.

Методология. Методология данного исследования основана на анализе теоретического и практического опыта размещения ММО в городской среде, применении личного опыта авторов статьи.

Основная часть. Опишем градостроительную ситуацию и транспортную доступ-

ность нескольких ММО в Москве, так как при этом можно изучить расположение медицинских объектов как в историческом центре города, так и на окраинах или в срединной части города. Таким образом, даже на небольшом по объему материале могут быть изучены различные ситуации, характерные как для крупных, так и для средних и малых городов России.

Рассмотрим объект «Центральный клинический госпиталь Федеральной таможенной службы России (ФТС)». Объект расположен в северо-восточной части города по адресу: Москва, Открытое шоссе, д. 32, по соседству с природным парком Лосиный остров. Ранее корпуса принадлежали детскому санаторию, затем Центральной клинической больнице. Район расположения госпиталя не имеет поблизости существенных источников шума.

Транспортная доступность учреждения осуществляется двумя маршрутами автобуса и тремя маршрутами трамвая. Так как основная функция госпиталя – стационарное лечение, частота посещения здесь ниже, чем в амбулаторных учреждениях здравоохранения.

При проведении реконструкции госпиталя основной проблемой была невозможность увеличения территории. Сложившаяся застройка, природоохранные территории Лосино-го острова и границы промышленной зоны предопределили поэтапное проведение реконструкции в рамках существующего земельного участка (рис. 1). Общая площадь участка, включая небольшой парк, составляла 2,9845 га. Сам участок – прямоугольной формы, вытянутый в широтном направлении, разделён приблизительно на равные части: зону застройки и парковую зону.

После проведения реконструкции новые здания располагались на участке практически в прежних габаритах. Основной принцип реконструкции – снос некоторых устаревших корпусов и возведение на их месте новых корпусов, последовательно включаемых в лечебный процесс учреждения. Этот метод может быть применен при отсутствии резервных площадей, а также при невозможности остановки деятельности лечебного учреждения. Это – один из самых сложных методов, так как связан с частичным изменением функций и направлений деятельности, временным уменьшением объема медицинских услуг, постоянной трансформацией и изменениями в работе лечебного учреждения на весь период строительства и реконструкции. Схема различных этапов реновации показана на рис. 2.

Рассмотрим объект «Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина (РОНЦ)» на Каширском шоссе. Объект построен

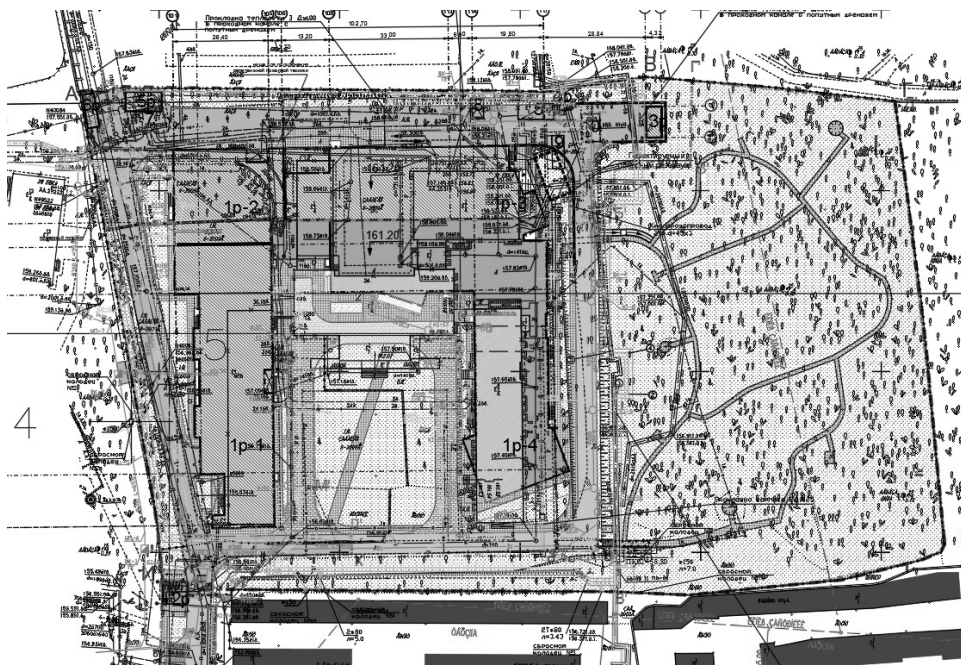


Рис. 1. Генеральный план реконструкции госпиталя
Fig.1. General plan for hospital reconstruction

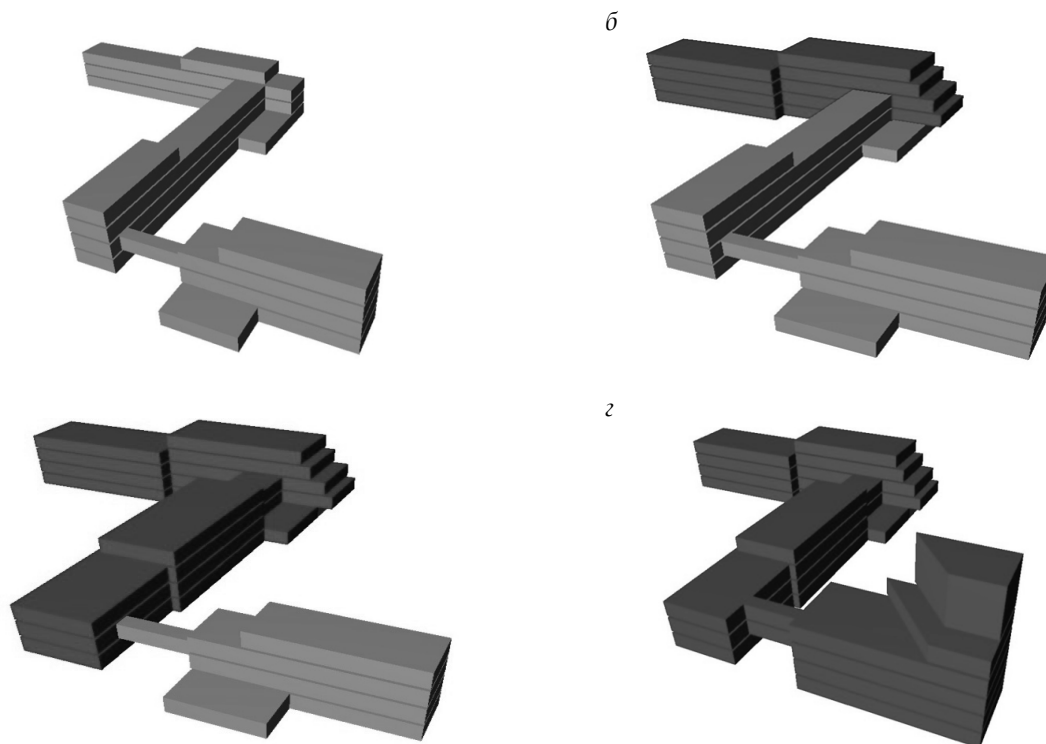


Рис. 2. Схема этапов реновации Центрального клинического госпиталя ФТС:
а – исходная структура зданий медицинского объекта; б – начальная стадия строительства новых корпусов;
в – продолжение реконструкции; г – окончание реконструкции
Fig. 2. The scheme of the renovation stages of the Central Clinical Hospital of the FCS:
а – initial structure of medical facility buildings; б – initial stage of construction of new buildings;
с – continued reconstruction; д – completion of reconstruction

в 1970-е годы. Транспортная доступность РОНЦ, имеющего большое количество амбулаторных пациентов, обеспечивается семью маршрутами городского транспорта, в том числе двумя ветками метро. На территории центра имеются резервные площади, которые могут быть использованы в процессе реконструкции (рис. 3). Общая площадь территории РОНЦ превышает 16 га. Рядом с РОНЦ находится зеленая зона, включающая музей-заповедник «Коломенское» и парк «Садовники». Долина реки Москва выполняет роль природного коридора для перемещения воздушных масс. В непосредственной близости от РОНЦ располагаются другие медицинские объекты: институт иммунологии, ГКБ № 7, Детская поликлиника № 91, ГКБ имени С.С. Юдина, на территории функционирует Детский онкологический центр. Это закладывает предпосылки организации на данной территории мощного медицинского кластера научно-клинического направления.

На территории Российского онкологического научного центра имени Н.Н. Блохина при реконструкции применяется принцип сочетания реконструкции с новым строительством на резервной площадке, называемый иногда реновацией или переустройством [12]. При этом вновь возведённые объекты естественным образом становятся самыми технологичными и передовыми в лечебном учреждении, создают новую базу в развитии науки и технологии с привлечением самых передовых достижений в области медицины. Кроме этого, подобные объекты могут быть опорными объектами для проведения дальнейшей реконструкции всего объекта в целом. Появление дополнительных площадей позволяет освобождать необходимые участки для поэтапной реконструкции всего учреждения. Схема реконструкции со строительством нового корпуса приведена на рис. 4.

Рассмотрим объект «Клинико-диагностический центр «Мединцентр» УпДК МИД РФ». Объект расположен в непосредственной близости от Садового кольца в 1318-1321 кварталах района Якиманка по адресу 4-й Добрынинский пер., 4, рядом с Морозовской детской больницей, в непосредственной близости от жилых комплексов дипломатических работников. Корпус введен в строй в 1980 году и представляет собой хорошо оборудованную поликлинику. С запада земельный участок ограничен 2-м Добрынинским переулком, южная сторона выходит на 4-й Добрынинский переулок (рис. 5).

Реконструированное здание Мединцентра представляет собой периметральную застройку с внутренним двором, так как комплекс развивается в сложившейся застройке.

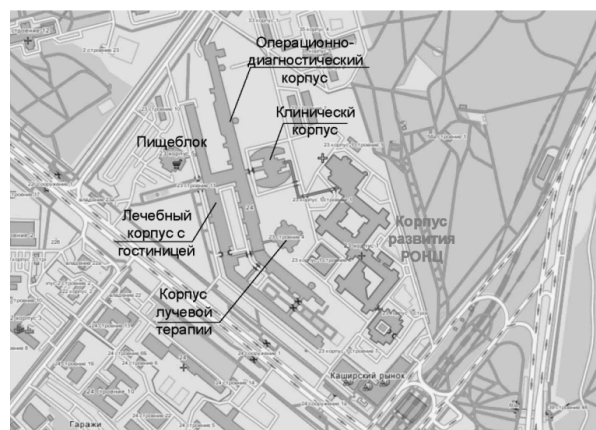


Рис. 3. Ситуационный план
ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина
Fig. 3. Situation plan of the Federal State Budgetary
Institution National Medical Research Center
of Oncology named after. N.N. Blokhin

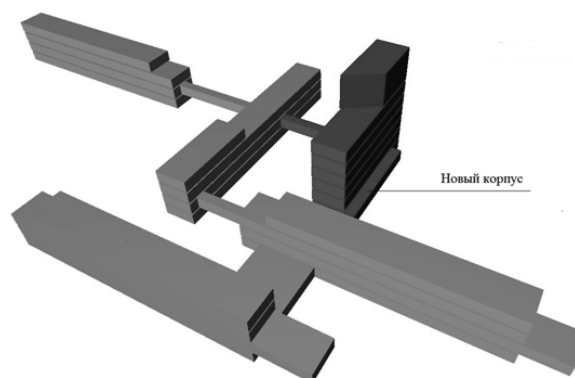


Рис. 4. Реконструкция со строительством
нового корпуса
Fig. 4. Reconstruction with construction
of a new building

Принципом реконструкции такого объекта является полная реконструкция здания с надстройкой нескольких этажей, усилением существующих конструкций и, возможно, увеличением габаритных размеров здания в плане. В этом случае может быть надстроено два-три этажа. При осуществлении надстройки новые (верхние) этажи, как правило, отдаются под высокотехнологичные помещения с максимальной изоляцией от посетителей: операционные блоки, палаты реанимации, лаборатории. Недостатком метода является необходимость остановки эксплуатации нижележащих этажей на время реконструкции. Схема надстройки показана на рис. 6.

Рассмотрим объект «Гематологический научный центр» по адресу: Новый Зыковский

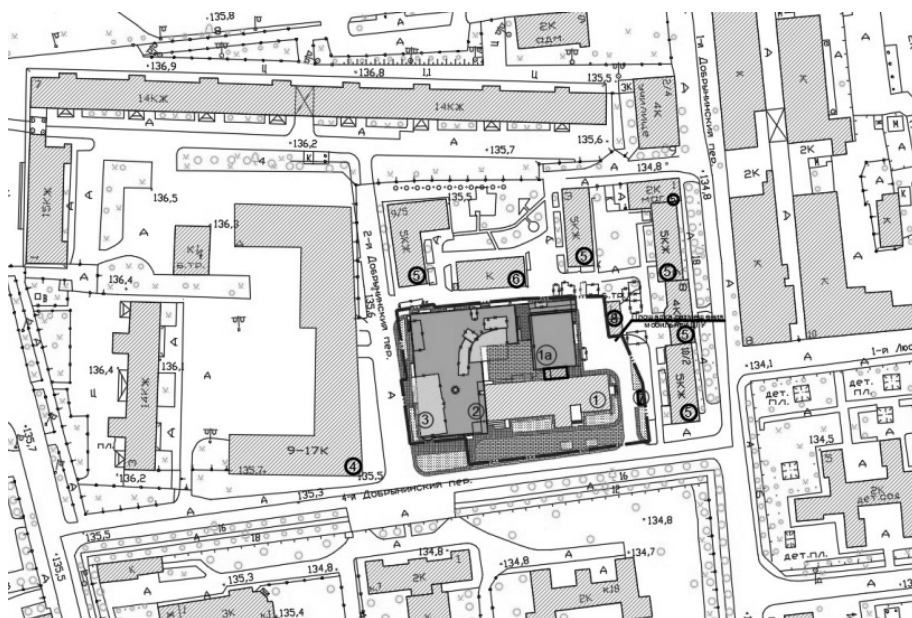


Рис. 5. Генеральный план реконструкции Мединцентра
Fig. 5. Master plan for the reconstruction of the Medical Center

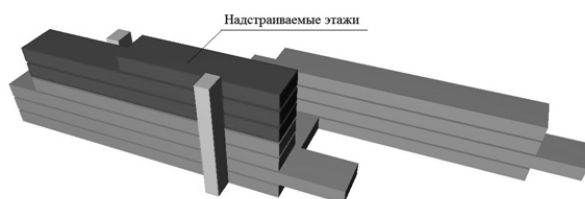


Рис. 6. Схема надстройки при реконструкции
Fig. 6. Scheme of superstructures during reconstruction

проезд, д. 4. С севера и востока участок ограничен существующими проездами, с южной стороны и востока – существующими корпусами гематологического комплекса. Рядом располагается Московская областная клиническая психиатрическая больница, в которой когда-то лечился М.А. Врубель. Имеется четыре автобусных маршрута, однако до ближайшего метро «Динамо» – 1,5 км (рис. 7).

Площадка центра тесная, неправильной Г-образной формы. Общая площадь земельного участка составляет 2,7 га (рис. 8).

Здесь применен принцип реконструкции как изменение внутренней организации лечебного пространства, но без изменения габаритных размеров и объемов корпуса в целом. Часто это связано с уменьшением или увеличением размеров отдельных помещений путем перестановки перегородок, созданием специализированных палат (кабинетов) с современным оборудованием и системами жизнеобеспечения, с учетом новых норм размещения



Рис. 7. Ситуационный план
ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России
Fig. 7. Situation plan of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center for Hematology» of the Ministry of Health of Russia

и медицинского обслуживания пациентов. В этом случае также приходится выводить из эксплуатации определенную часть помещений, однако перерыв в использовании помещений может занимать относительно небольшое время: ориентировочно шесть-восемь месяцев. Условная схема переоборудования внутренней организации пространства приведена на рис. 9. Эти работы также могут проводиться как капитальный ремонт с учетом перепланировки помещений.

Кроме того, может быть увеличение полезного объема здания путем надстройки (увели-

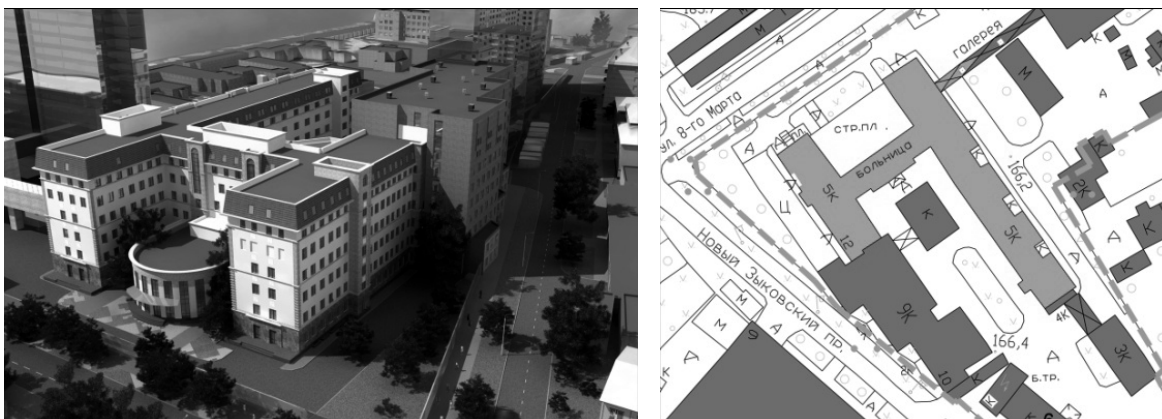


Рис. 8. Генеральный план реконструкции гематологического центра. Общий вид
Fig. 8. Master plan for the reconstruction of the hematology center. General view

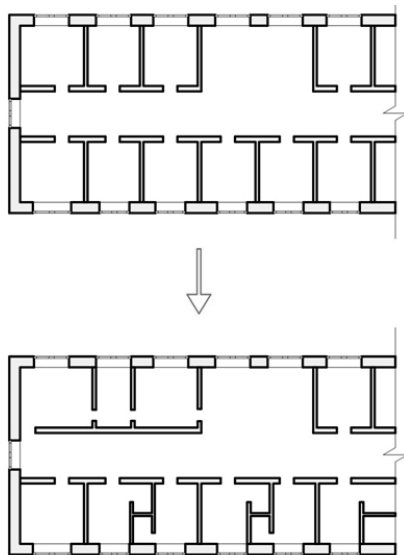


Рис. 9. Схема изменения внутренней организации пространства
Fig. 9. Scheme of changes in the internal organization of space

чения этажности) без существенных перестроек остальной части. Этот метод связан с необходимостью проведения тщательных инженерных изысканий, так как далеко не всегда существующие фундаменты и несущие конструкции нижележащих этажей могут выдержать дополнительную нагрузку. С учетом физического износа строительных конструкций, как правило, можно надстроить только один-два этажа. При этом предусматривается усиление несущих строительных конструкций всего здания. Данная работа проводится в рамках реконструкции.

Рассмотрим «Эндокринологический научный центр» на улице Дмитрия Ульянова, д. 11. Участок, близкий к форме треугольника, ограничен с южной стороны улицей Дмитрия

Ульянова, с северной стороны – стоянкой коммунальной техники и административным зданием «Российского Красного Креста». С востока площадка граничит с участками школы и дошкольного учреждения, с запада – с жилой застройкой квартала 8 «С» Новых Черемушек (рис. 10). Учреждение расположено рядом со станцией метро и обслуживается тремя маршрутами наземного транспорта. В 2009–2019 гг. проводилась комплексная реконструкция ЭНЦ, которая включала строительство нового девятиэтажного корпуса института детской эндокринологии. В ходе реконструкции предстояло полностью приспособить здание к современным требованиям, увеличить полезную площадь, организовать новую функциональную схему. Новый комплекс включает больницу, поликлинику, отделение реабилитации, пансионат, зал телемедицины и др.

Как видим, реконструируемые ММО часто расположены вблизи других медицинских комплексов, что создает предпосылки создания комплексных медицинских кластеров с объединением клинических, научных, учебных функций. В то же время часто участки, расположенные в существующей застройке, ограничены в развитии, что создает известные трудности в процессе неизбежной реконструкции. Данные земельные участки размещены в шаговой доступности от метро или другого городского транспорта. Земельные участки имеют размерность от одного до нескольких десятков гектаров. Градостроительные возможности каждого участка определяются Правилами Землепользования и Застройки ПЗЗ.

Учреждение расположено в сложившейся застройке, при этом была необходимость увеличения его мощности и более рационального построения функциональной схемы. Здание окружает в основном пятиэтажная жилая за-

стройка 1959–1960 гг., а также гаражи, что можно рассматривать как возможное расширение территории комплекса в будущем.

На генеральном плане (рис. 11) показан заключительный этап реконструкции ММО. Принципом этой реконструкции можно считать пристройку новых помещений. При этом корпус может развиваться как в ширину, так и в длину. Увеличение ширины корпуса позволяет осуществить технологические достижения медицины, связанные с новыми процессами организации пространства, насыщением оборудованием, увеличением функций контроля тех аспектов медицинской деятельности, которые трудно реализовать при обычной планировке в виде коридора и палат (с одной или с двух сторон).

При широком корпусе здания световой фронт занимают палаты, лечебные кабинеты, процедурные и другие помещения. Появляются два коридора, между которыми могут располагаться дополнительные помещения, посты медицинского персонала, высокотехнологичные отсеки, лестничные и лифтовые вертикальные связи. В случае необходимости коридоры могут быть прерваны дополнительными световыми

проемами, создающими «островную» компоновку здания. Схема реконструкции с увеличением ширины корпуса показана на рис. 12.

Если позволяет территория, могут быть пристроены дополнительные блоки различной этажности и различной функциональной направленности. При этом может быть улучшена функциональная организация ММО, проведена оптимизация зонирования и создан задел для последующего развития медицинского учреждения. Схема пристройки дополнительных блоков показана на рис. 13.

Таким образом, анализ разработки генеральных планов реконструкции ММО говорит о том, что земельные участки в городской застройке имеют небольшую величину – по рассмотренным проектам от 0,7 до 3 га. В ходе реконструкции иногда несколько снижается площадь озеленения, что в соответствии с действующими правилами компенсируется посадками в другом месте, указываемом местными органами.

В большинстве случаев мощность медицинских организаций остается близкой к ранее существовавшей, что позволяет сохранить по-



Рис. 10. Ситуационный план
Эндокринологического научного центра
Fig. 10. Situation plan
of the Endocrinological Research Center

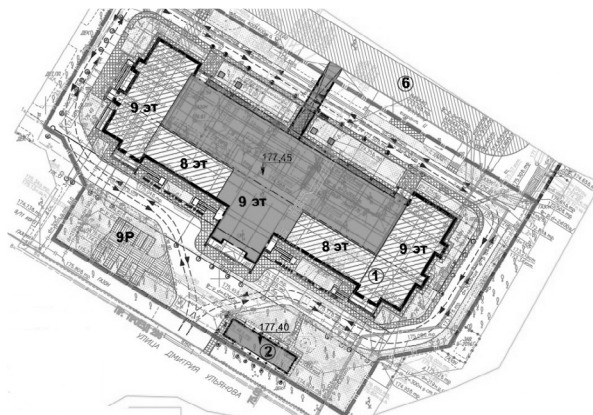


Рис. 11. Генеральный план реконструкции
Эндокринологического центра
Fig. 11. Master plan for the reconstruction
of the Endocrinology center

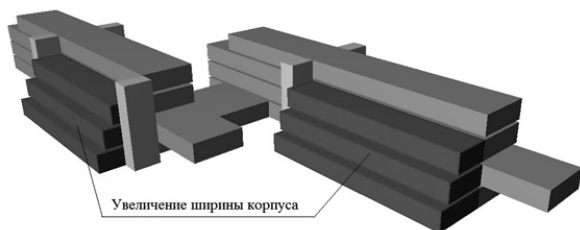


Рис. 12. Реконструкция с увеличением
ширины корпуса
Fig. 12. Reconstruction with increasing
the width of the building body

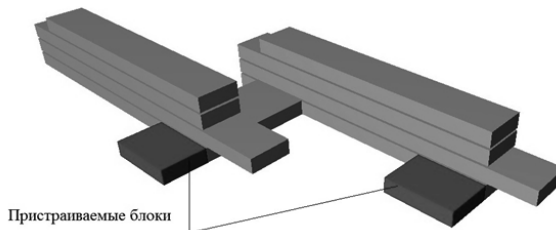


Рис. 13. Схема реконструкции с пристройкой
дополнительных блоков
Fig. 13. Reconstruction scheme with
the addition of additional blocks

требность в воде и энергии примерно на прежнем уровне. Однако при создании системы высокотехнологичной медицинской помощи необходимо применять прогрессивные технические решения, например, улучшать энергосберегающие свойства здания для сокращения теплопотерь, применять экономичные осветительные приборы и т. п. [13].

Помимо градостроительной ситуации и транспортного обеспечения, при реконструкции необходимо обеспечить ММО системами жизнеобеспечения, а именно системами: водоснабжения и водоотведения, электроснабжения и теплоснабжения. В том случае, если потребность объекта в воде и энергии не увеличивается, можно воспользоваться существующими договорами с ресурсоснабжающими организациями. Однако опыт показывает, что при реконструкции потребности ММО возрастают. В этих случаях необходимо получить у ресурсоснабжающих организаций новые технические условия подключения и заключить с ними договор технологического присоединения. На основании описанного выше, можно сделать следующие **выводы**:

1. Размещение ММО в городской среде предусматривает хорошую транспортную доступность.

2. Территории медицинских кластеров размещаются в непосредственной близости друг от друга в соответствии с видом разрешенного использования земельного участка.

3. Реконструкция ММО производится на существующем земельном участке, на основании градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ), в соответствии с предусмотренными параметрами плотности и высотности.

4. В зависимости от параметров, определенных в ГПЗУ, осуществляется выбор принципов реконструкции, определенных в настоящей работе.

5. На основании указанных принципов выполняется проектирование генеральных планов и моделирование основных объемно-планировочных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы теории градостроительства / З.Н. Яргина, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров и др.; под ред. З.Н. Яргиной. М.: Стройиздат, 1986. 326 с.
2. Некрасов А.И. Теория архитектуры. М.: Стройиздат, 1994. 480 с.
3. Бархин Б.Г. Методика архитектурного проектирования. М.: Стройиздат, 1993. 438 с.
4. Jones B.P. Modern Architecture Through Case Studies. Oxford: Architectural Press. 2002. 256 p.
5. Птичникова Г.А., Чернишкина О.В. Информационно-технологическая модель общественного

пространства современного города // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 2. С. 53–60. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.8.

6. Ахмедова Е.А., Вавилонская Т.В. Принципы поэтапной реорганизации архитектурно-пространственной структуры городской среды на основе инновационных технологий // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 2. С. 68–79. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.10.

7. Гудь И.Д. Развитие ресурсного потенциала градостроительных резервов в мегаполисах // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 116–123. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.16.

8. Ahrends P., Burton R. and Koralek P. Architectural Monographs. New York: Academy Editions. St. Martin press. 1991. 176 p.

9. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ.

10. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87.

11. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

12. Семечкин А.Е. Системный анализ переустройства городских кварталов и комплексов. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2000. 134 с.

13. Веселова Н.М., Кондауров П.П., Лёгкий А.Д. К вопросу определения тепловых потерь через теплоизоляционные конструкции трубопроводов систем теплоснабжения на предпроектной стадии // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 25–32. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.04.

REFERENCES

1. Yargina Z.N., Kositsky Y.V., Vladimirov V.V. et al. *Osnovy teorii gradostroitel'stva* [Fundamentals of urban planning theory]. Moscow, Stroyizdat, 1986. 326 p.
2. Nekrasov A.I. *Teoriya arhitektury* [Theory of architecture]. Moscow, Stroyizdat, 1994. 480 p.
3. Barkhin B.G. *Metodika arhitekturnogo proektirovaniya* [Architectural Design Methodology]. Moscow, Stroyizdat, 1993. 438 p.
4. Jones B.P. Modern Architecture Through Case Studies. Oxford: Architectural Press. 2002. 256 p.
5. Ptichnikova G.A., Chernichkina O.V. Information Technology Model of Modern City Public Space. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 53–60. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.8
6. Akhmedova E.A., Vavilonskaya T.V. Principles of Phased Reorganization of the Architectural and Spatial Structure of the Urban Environment Based on Innovative Technologies. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 68–79. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.10
7. Gud' I.D. Development of Resource Potential of Urban Planning Reserves in Megapolises. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architec-

ture], 2020, vol. 10, no. 2, pp. 116–123. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.16

8. Ahrends P., Burton R. and Koralek P. Architectural Monographs. New York: Academy Editions. St. Martin press. 1991. 176 p.

9. Town Planning Code of the Russian Federation: Federal Law of 29.12.2004 No. 190-FZ.

10. On the composition of the sections of the design documentation and requirements for their content: Decree of the Government of the Russian Federation of 16.02.2008 N. 87.

11. SP 42.13330.2011 Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements.

12. Semechkin A.E. *Sistemnyj analiz pereustrojstva gorodskih kvartalov i kompleksov* [Systematic analysis of the reorganization of city blocks and complexes]. Moscow, New Millennium Foundation, 2000. 134 p.

13. Veselova N.M., Kondaurov P.P., Legkii A.D. On the issue of determining heat losses through thermal insulation structures of pipelines of heat supply systems at the pre-design stage. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 25–32. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.04

Об авторах:

БАЛАКИНА Алевтина Евгеньевна

кандидат архитектуры, профессор,
заведующая кафедрой архитектуры
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26
E-mail: balakinaae@mail.ru

BALAKINA Alevtina Ev.

PhD in Architecture, Professor, Head
of the Architecture Chair
National Research Moscow State University of Civil
Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye h., 26
E-mail: balakinaae@mail.ru

ТЕСЛЕР Надежда Дмитриевна

главный архитектор проекта
ООО «Проектная организация «ГИПРОКОН»
119017, Россия, г. Москва, ул. Большая Ордынка, 44, стр. 2
E-mail: nadya.tesler@gmail.com

TESLER Nadezhda D.

Chief Architect of the project
LLC GIPROKON Design Organization
119017, Russia, Moscow, Bolshaya Ordynka st., 44
E-mail: nadya.tesler@gmail.com

Для цитирования: Балакина А.Е., Теслер Н.Д. Анализ опыта размещения и развития многофункциональных медицинских объектов в городском пространстве // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 112–120. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.14.

For citation: Balakina A.E., Tesler N.D. Analysis of the experience of location and development of multi-purpose healthcare facilities in the urban space. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 112–120. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.14.

Принята: 06.06.2025 г.

А. Ф. ЕРЕМЕЕВА

ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ В МАЛЫХ ГОРОДАХ И ПОСЕЛЕНИЯХ СЕВЕРА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**PROSPECTS FOR THE FORMATION OF TOURIST CENTERS
IN SMALL TOWNS AND SETTLEMENTS IN THE NORTH
OF THE ARKHANGELSK REGION**

Идентификация северной части Архангельской области сформирована благодаря культурному наследию поморов: их традициям деревянного строительства, близости к природе. Такая культура лучше всего сохранилась в малых городах и поселениях, однако рискует быть утраченной без должной поддержки, что обосновывает необходимость развития туризма в регионе. В статье разработан системный подход к формированию архитектурных решений туристических центров в контексте малых городов и поселений севера Архангельской области согласно перспективным направлениям развития инфраструктуры туризма. Исследование проведено на примере сел Нёнокса и Ворзогоры, выполнен историко-культурный и ландшафтно-визуальный анализ поселений, на основе которого выявлены перспективные площадки для создания туристических центров, смоделированы варианты архитектурных решений объектов туризма для различных сценариев использования с учетом контекста места.

Ключевые слова: туристический центр, малые города и поселения, историко-культурный анализ, ландшафтно-визуальный анализ, деревянная архитектура, сельский туризм, Нёнокса, Ворзогоры, Архангельская область, Русский Север

The identification of the northern part of the Arkhangelsk region was formed due to the cultural heritage of the Pomors: their traditions of wooden construction, proximity to nature. This culture is best preserved in small towns and villages, but it risks being lost without proper support, which justifies the need to develop tourism in the region. The article develops a systematic approach to the formation of architectural solutions for tourist centers in the context of small towns and settlements in the north of the Arkhangelsk region in accordance with promising areas of tourism infrastructure development. The study was conducted on the example of the villages of Nenoksa and Vorzogory, historical, cultural, landscape and visual analysis of settlements was performed, on the basis of which promising sites for the creation of tourist centers were identified, architectural solutions for tourism facilities for various use scenarios were modeled, taking into account the context of the place.

Keywords: tourist center, small towns and settlements, historical and cultural analysis, landscape and visual analysis, wooden architecture, rural tourism, Nenoksa, Vorzogory, Arkhangelsk region, Russian North

Введение

История поселений прибрежной зоны Белого моря насчитывает более 500 лет. За это время на территории нынешней Архангельской области сформировалось уникальное культурно-историческое наследие, которое включает множество объектов деревянной и каменной архитектуры [1, 2].

Дерево являлось основным строительным материалом на протяжении многих столетий благодаря его распространенности и доступности на Севере. Из дерева возводились не только жилые постройки и практичные сооружения, но и настоящие архитектурные шедевры, несущие

в себе невероятную красоту и художественное величие: храмы, колокольни, крепости, мосты. При этом в разных районах области можно обнаружить свои уникальные конструктивные элементы и декоративные детали, придававшие зданиям особый характер. Большая часть памятников, сохраняющих историю и культуру народного деревянного зодчества, сохранилась именно в Архангельской области [3, 4].

К сожалению, сегодня многие объекты деревянной архитектуры, особенно расположенные в труднодоступных местах, постепенно приходят в упадок, а в контексте застройки малых городов и поселений Архангельской области все чаще возникают строения, отделанные

пластиком и металлочерепицей. В связи с этим необходимо создание условий для сохранения уникальных ландшафтов, где среди красоты северной природы величественно возвышаются памятники архитектуры, неотъемлемо связанные со средой [5, 6].

К плачевному состоянию среды сельских поселений Архангельской области приводит убыль населения и процесс урбанизации – концентрация населения в городах. Значительный миграционный отток в возрасте 25–30 лет наблюдается в малых поселениях Приморского, Онежского и Мезенского районов [7]. Население тяготеет к административным центрам – городам Архангельск, Северодвинск, однако их население тоже имеет тенденцию к уменьшению. Архангельской области необходимо устойчивое развитие сельских территорий, направленное на привлечение инвестиций в агропромышленный комплекс путем создания благоприятных инфраструктурных условий в сельской местности. Решением для улучшения благосостояния малых городов и поселений Архангельской области является развитие туризма, что влечет за собой не только приспособление существующих построек под новые функции, но и возведение новых объектов [8, 9].

Цель данного исследования заключается в разработке системного подхода к формированию архитектурных решений туристических центров в контексте малых городов и поселений севера Архангельской области. Для этого изучены данные по объектам туристического интереса региона; определены перспективные направления развития туристической инфраструктуры; определены направления предпроектного анализа поселений для выявления наиболее благоприятных участков проектирования и формирования архитектурных решений современных туристических центров с учетом локальной идентичности региона. Апробация исследования проведена на примере сел Нёнокса и Ворзогоры.

Перспективные направления туризма севера Архангельской области

Сейчас среди арктических регионов Архангельская область находится на лидирующем месте по количеству туристов по данным последних лет, при этом поток туристов, желающих посетить Архангельскую область, растет [10]. По данным Росстата, за 10 месяцев 2023 года в Архангельскую область прибыло более 722,6 тыс. туристов. Наибольшей популярностью среди туристов пользуются Соловецкий архипелаг, г. Архангельск, музей деревянного зодчества «Малые Корелы», Пинежские пеще-

ры, город-музей Каргополь, город-музей Сольвычегодск, Кенозерский национальный парк [11]. Здесь уже создана и развивается инфраструктура для приема туристов.

Опыт европейского развития показал, что создание туристических центров в малых городах и деревнях области способно привлечь людей в исчезающие населенные пункты [12]. Формирование сети новых туристических маршрутов играет ключевую роль в этом процессе. Сельский туризм не только может остановить деградацию сельской среды, но и способен возродить ее, укрепить значение сельских поселений в общественно-культурной и экономической системе, а также привести к обратной миграции на сельскую местность – реурбанизации [8].

Обладая не только значительным культурным, но и природным потенциалом, сельские территории Архангельской области могут стать объектом для разнообразных видов туризма. Комплексный подход поможет привлечь больше желающих посетить достопримечательности области [13].

1. Историко-культурный туризм. Наряду с развитыми для туризма достопримечательностями в Архангельской области расположено множество сокровищ, преимущественно деревянной архитектуры, доступных только для самостоятельных туристов со своим транспортом. Чтобы добраться до некоторых из них, необходим не только автомобиль, но также лодка и велосипед. Для таких путешественников Российским научно-исследовательским институтом культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачева в 2018 г. был создан «Архитектурный путеводитель по деревянному зодчеству Русского Севера», включающий более сотни объектов [1].

2. Сельский туризм. В настоящее время в различных регионах страны успешно реализуются различные модели сельского туризма. Как правило, они предполагают проживание в сельской местности в традиционном жилище с учетом местных обычаев населения [14, 15]. Это позволяет отвлечься от городской суеты и погрузиться в сельский образ жизни, неотъемлемо связанный с природой. В некоторых поселениях Архангельской области имеются гостевые дома с видом на великолепные пейзажи, но местам размещения требуется улучшение бытовых условий и развитие сценариев пребывания в сельской местности для дальнейшего привлечения туризма.

3. Событийный туризм может сопровождать посещение памятников истории и культуры, отдых в сельской местности. Исследование местных традиций, проведение вечера

в деревенском доме и знакомство с фольклором могут значительно обогатить пребывание туристов, сделав деревню еще привлекательнее.

4. Экологический туризм. На территории Архангельской области расположено более 100 особо охраняемых территорий общей площадью порядка 9000 га. Важнейшими из них являются Пинежский заповедник и национальные парки (Кенозерский, Видлозерский, «Онежское поморье», «Русская Арктика»), которые имеют федеральное значение. Однако не только выделенные территории обладают уникальной красотой. Возможно совмещение комплексов сельского туризма и визит-центров при охраняемых природных территориях в случае если поселение находится рядом [16, 17].

5. Круизный туризм. Возможности для развития круизного сообщения открывает незамерзающий сектор прибрежной зоны северо-западной части российской Арктики.

Задача туристических центров – в создании современной инфраструктуры, обеспечивающей связь между областным муниципальным центром и туристически привлекательными природными и культурными объектами северных деревень.

Предлагается обратить внимание на сельские поселения, расположенные вблизи административных центров (города Архангельск, Северодвинск, Онега). Близость административного центра позволяет обеспечить стабиль-

ный приток туристов при наличии качественной инфраструктуры. Возможно создание кольцевого маршрута от Архангельска к Онеге и возвращением через город Плесецк. Для более подробного анализа и разработки туристических центров выбраны села Нёнокса и Ворзогоры, каждое из которых по-своему уникально и обладает сохранившимися деревянными храмовыми комплексами и иными постройками (рис. 1).

Направления предпроектного анализа территории поселений

Архитектурный и природный контекст места малых городов и поселений Архангельской области требует бережного внедрения новых объектов. Для определения наиболее перспективных территорий для расположения туристического центра, гостевых домов и вспомогательных построек, а также их архитектурных решений необходим предварительный анализ по следующим направлениям [18, 19]:

- анализ архитектурной среды поселения с обозначением особо ценных объектов деревянной архитектуры (объекты культовой архитектуры, жилые дома);
- поиск элементов идентификации места;
- ландшафтно-визуальный анализ территории;
- оценка рекреационного потенциала места;



Рис. 1. Расположение сёл Нёнокса, Ворзогоры и ближайших муниципальных центров
Fig. 1. Location of the Nenoksa and Vorzogory villages and the nearest municipal centers

- изучение наличия и качества туристической инфраструктуры;
- анализ транспортной инфраструктуры, связывающей малые поселения с опорными городами;
- изучение культуры и традиций региона, которые возможно применить в сценариях сельского туризма;
- выявление целевых групп туристов.

На основе проведенного исследования необходимо формирование опорного плана поселений. Необходимо отметить возможности реконструкции существующих строений для приема туристов и выделить перспективные места для строительства новых объектов. Расчет объектов туристической инфраструктуры должен быть обоснован анализом опыта и особенностями населенного места, где строится объект – прогноз притока туристов (единовременная вместимость с учетом туристов и местного населения).

Экспедиция с участием студентов кафедры архитектурного проектирования Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета «Возрождение деревень Архангельской области. Разработка проектов туристических комплексов “Русский Север”» позволила провести натурное обследование сел Нёнокса и Ворзогоры для осуществления предпроектного анализа по вышеобозначенным направлениям.

Предложения по формированию туристических объектов в селе Нёнокса

Нёнокса (на одном из финно-угорских наречий – «бурный поток») – одно из древнейших поморских поселений Русского Севера, первое упоминание о котором датируется 1397 г. Село находится недалеко от Северодвинска в устье речки Нёноксы, впадающей в Белое море. С XVI в. Нёнокса славилась солеварным промыслом, который в XVIII в. пошел на спад, а в XX в. практически исчез [20].

Наиболее ценным из сохранившихся деревянных построек села Нёнокса является храмовый ансамбль (Нёноцкий погост или «тройник»), включающий церковь Живоначала Троицы (1727 г.), церковь Николая Чудотворца (1762 г.) и колокольню 1834 г., расписанную под каменное строение. Существующий ансамбль возведен на месте пострадавшего от пожара в 1725 г. [21]. Об истории солеварного промысла в Нёноксе свидетельствуют сохранившиеся в руинированном состоянии постройки Усоля, в том числе солеварни, и соляные амбары у Нижнего озера, в одном из которых располагается Музей Соли.

Порядка 15 лет Северодвинский краеведческий музей развивает туристическую инфраструктуру села. В 2009 г. совместно с институтом археологии РАН были проведены археологические раскопки, началось формирование музеев. С 2020 по 2023 гг. ежегодная численность туристов в Нёноксе увеличилась с 850 до более 3000 человек. Сегодня Нёнокса обладает потенциалом для развития историко-культурного, сельского, событийного и экологического туризма.

В настоящий момент существующая инфраструктура села способна обеспечить пребывание туристов в течение одного дня. Как правило, такая программа включает прогулку по городу с осмотром храмового комплекса и посещением Музея истории села Нёнокса и Музея Соли. Созданы условия для временного размещения небольших групп туристов в комнате отдыха Дома Северного Зодчего (чаепитие, укрытие от непогоды, ожидание поезда), модернизация и открытие которого состоялись в 2018 г. в рамках реализации Президентского гранта. Здесь также можно узнать о традициях северного зодчества и плотницкого мастерства. Для размещения на ночь в селе имеется пока единственный гостевой дом на 7 номеров с общей кухней. Очевидно, что для реализации туристического потенциала села необходимо создание дополнительной современной туристической инфраструктуры.

Расположение села Нёнокса в 40 км от Северодвинска и 75 км от Архангельска, хорошая транспортная связь с крупными городами по автомобильной и железной дороге позволяют развивать здесь инфраструктуру для организованных групп среднего класса (школьники/студенты, пенсионеры, смешанные группы) с единовременным прибытием 30-40 человек. Возможно также создание мест размещения и обслуживания класса люкс для небольших групп туристов из 2-6 человек.

В результате сочетания историко-культурного и ландшафтно-визуального анализа села Нёнокса были выявлены наиболее перспективные площадки для размещения туристической инфраструктуры, отмеченные на рис. 2:

1. Территория заброшенного здания детского сада в центре села по адресу ул. Первомайская, д. 38 рядом с храмовым комплексом с возможностью преобразования в гостевой дом.

2. Береговая зона у Нижнего озера, обладающая рекреационным потенциалом. Здесь возможно создание оздоровительного комплекса, включающего бани и соляные пещеры, что напоминает о традиционном промысле села, а также многофункционального туристиче-

ского центра с музеем, лекторием и пространством для проведения мастер-классов.

3. Холм Шоломье – участок вне исторической застройки на юге поселения. Благодаря рельефу отсюда открывается наиболее впечатляющий вид на все село и храмовый комплекс. Здесь возможно размещение туристического центра и гостевых домов.

4. Территория на берегу Белого моря. Село Нёнокса расположено в 3 км от берега Белого моря. Возможно развитие системы экотроп через лесную и болотистую местность вдоль р. Нёнокса с расположением кемпинга или гостевых домов на берегу моря.

При расположении туристических объектов в центре села на первых двух участках необходимо учитывать особенности идентификации места, традиции архитектуры Русского Севера в формообразовании построек, выборе конструктивных и отделочных материалов [22]. Новые постройки должны органично вписываться в природный ландшафт и архитектурный контекст места [23, 24].

Для северных районов характерны деревянные жилые дома, объединенные с двором для содержания скота под одной крышей, что позволяет длительное время вести хозяйство,

не выходя на улицу в холодное время года. Пространство над хозяйственным двором, называемое поветь, служило в качестве сеновала, хранения корма и инвентаря. Отапливаемая часть (изба) могла иметь различную степень сложности [25]. При этом в одном комплексе могло быть несколько изб – отдельные для главы семьи и женатых сыновей в семье. Такие дома строились в Нёноксе еще с XVII в., но в настоящий момент исторических построек сохранилось немного, не больше пяти. Самому старому из них 160 лет. Большинство существующих построек относится к 1960-м гг., но по архитектуре они повторяют исторические типы, сохраняя традиционные черты северного зодчества.

В зависимости от расположения жилой и хозяйственной части постройки можно выделить несколько типов домов (см. таблицу). В таблице приведено описание и схема традиционного дома, а также возможности его адаптации к современной архитектуре туризма. По функции это может быть гостевой дом, многофункциональный туристический центр или банный комплекс.

Территория холма Шоломье и побережья Белого моря оставляет большую свободу в архи-

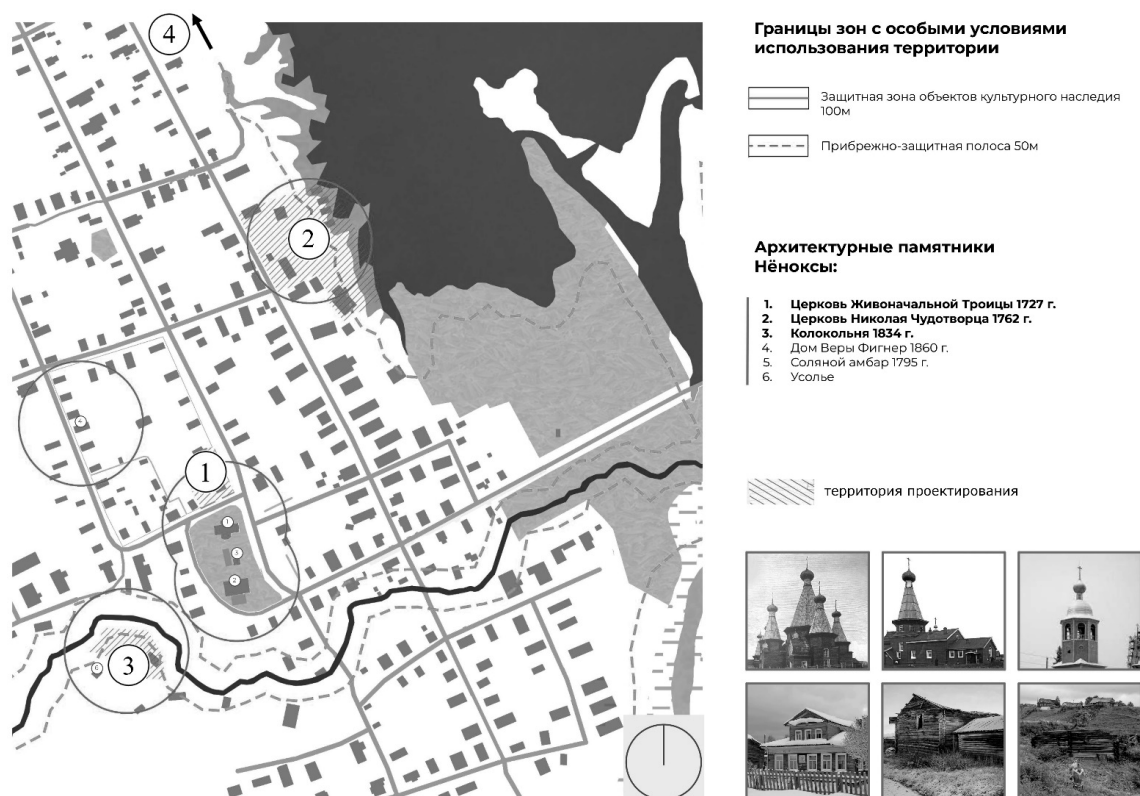
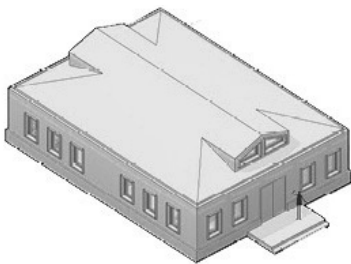
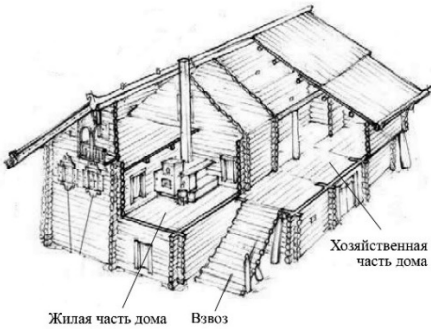
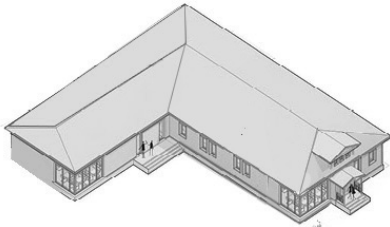
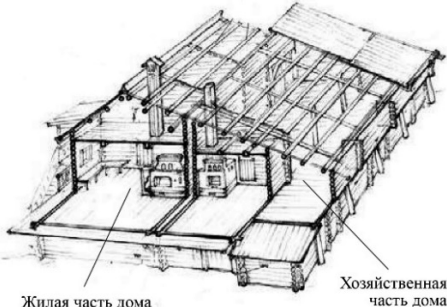
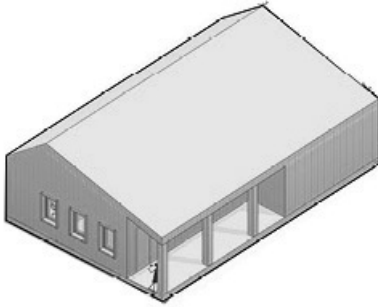


Рис. 2. Перспективные территории для расположения туристической инфраструктуры в с. Нёнокса
Fig. 2. Promising territories for the location of tourist infrastructure in the village of Nenoksa

Традиционные типы домов севера Архангельской области
в формировании туристических объектов
Traditional types of houses in the north of the Arkhangelsk region
in the shaping of tourist sites

Традиционные типы деревянных построек севера Архангельской области		Примеры адаптации к современной архитектуре туризма
Описание	Схема	
Дом «брусом» Дом длинный узкий, части строения расположены друг за другом: жилая с боковым крыльцом, хозяйственный двор, сарай или дровня. На многих домах – выпускное окно на крыше («вышка») в жилое летнее помещение либо часть повети		
Дом «глаголем» Жилая и хозяйственная части дома расположены под углом и образуют в плане букву «Г»		
Дом «кошелем» Жилая и хозяйственная части дома расположены параллельно под одной двускатной асимметричной крышей. Короткий скат над половиной жилой части, длинный – над жилой и хозяйственной. Дом повернут к улице длинной стороной		

тектурных решениях. Здесь возможно применение нетипичных форм – например круг, что позволяет создать запоминающийся по-новому туристический объект (рис. 3).

Предложения по формированию туристических объектов в селе Ворзогоры

Ворзогоры (в переводе «нетронутый лес на горах») – поморское село XVI в. на высоком берегу Белого моря. Ансамбль села представляет собой уникальное сочетание природного ланд-

шафта и деревянной архитектуры. Село состоит из двух частей (деревень) – Яковлевской и Кондратьевской, расположенных на расстоянии 1 км друг от друга [4, 26]. В отличие от регулярной застройки в Нёноксе, застройка села Ворзогоры подчинена рельефу и окружающему пейзажу.

В отличие от села Нёнокса транспортная доступность села Ворзогоры от крупных областных центров затруднена. Ближайший город – Онега (население 16,5 тыс. чел.) находится в 30 км по грунтовой дороге на противоположном берегу одноименной реки. Мост через реку отсутствует.

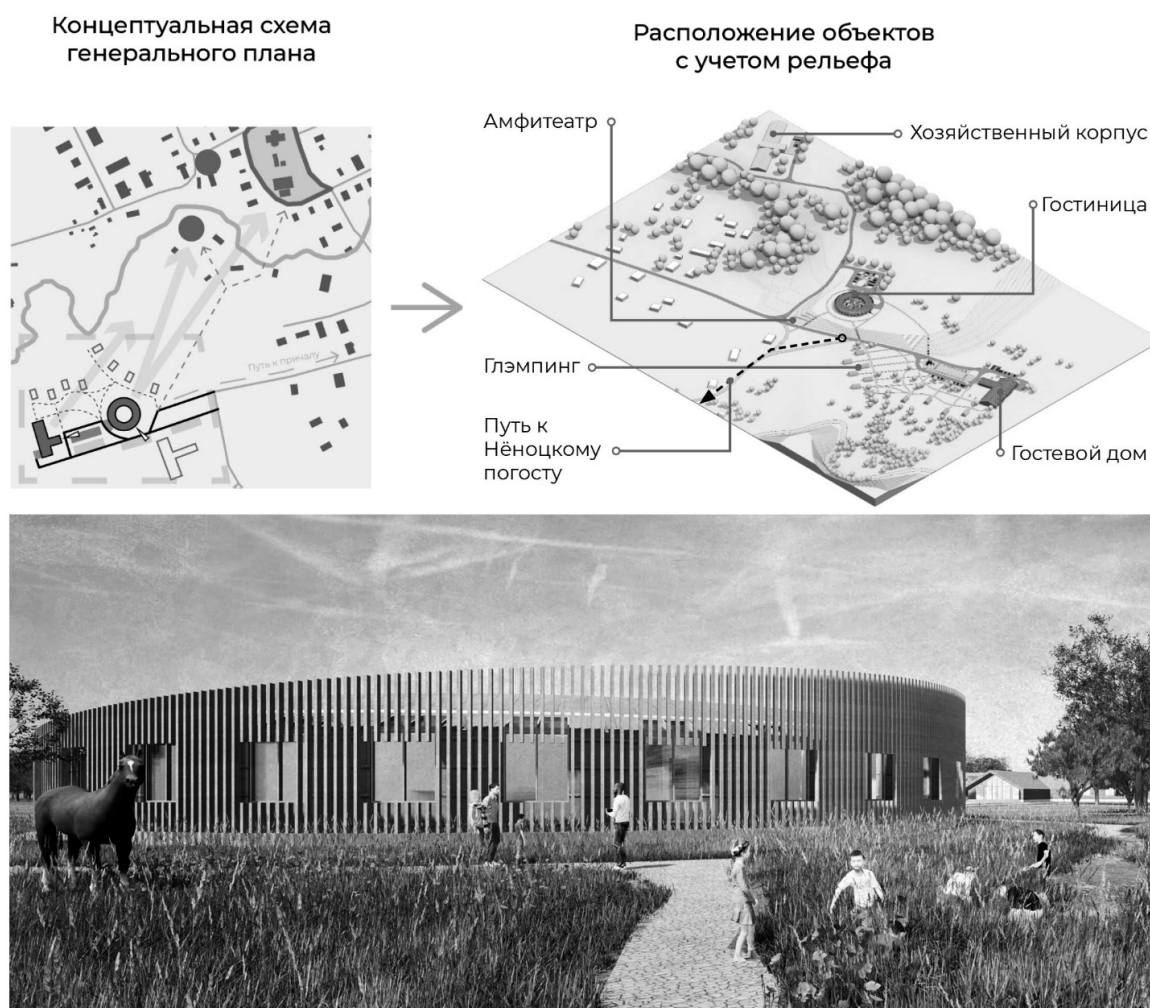


Рис. 3. Проектное предложение по туристическому центру на холме Шоломье (автор А. Кузнецова)
Fig. 3. Project proposal for a tourist center on Sholomye hill (author A. Kuznetsova)

В период навигации здесь курсируют кораблики, зимой дорогу прокладывают прямо по льду.

Основная деятельность жителей села сегодня ориентирована на туризм. В связи с этим численность населения села меняется в зависимости от времени года: летом здесь проживает 100–160 человек, на зиму остаётся около 30. Однако туристический поток ограничен из-за отсутствия необходимой инфраструктуры и сложностей логистики.

В качестве перспективной площадки для развития туристической инфраструктуры в селе Ворзгоры выбрана территория на свободном пространстве между Яковлевской и Кондратьевской деревнями, чтобы сохранить видовые характеристики сложившегося ансамбля деревянных построек (рис. 4). Архитектурные решения здесь необходимо композиционно связать с характерным ландшафтом берега Белого моря.

Согласно проекту, предлагается интегрировать гостевые дома в склон, который постепенно снижается в сторону Белого моря (рис. 5). Их дизайн вдохновлен архитектурой традиционных поморских изб, преобразованной в стиле минимализма. В туристический комплекс включено пространство для проведения выставок, мастер-классов, образовательных программ, направленных на сохранение и передачу традиционных ремесел поморов, бани, предлагается трассировка экотроп и организация спуска к берегу Белого моря. Новые постройки сочетают идентичность местной архитектуры и современный подход, создавая гармоничное единство традиций и новаторства. Применение деревянных материалов и элементов поморского зодчества позволяет глубже ощутить уникальную атмосферу Русского Севера.

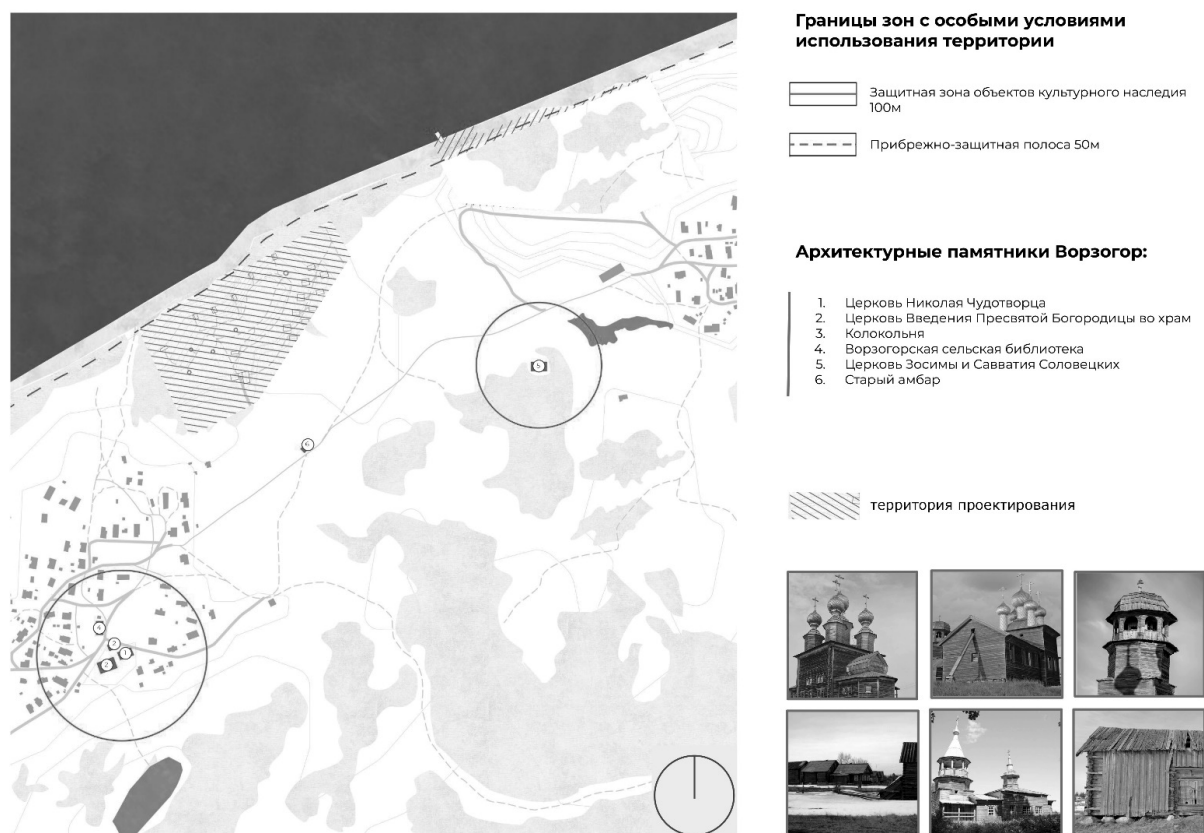


Рис. 4. Перспективные территории для расположения туристической инфраструктуры в с. Ворзогоры
Fig. 4. Promising territories for the location of tourist infrastructure in the village of Vorzogory

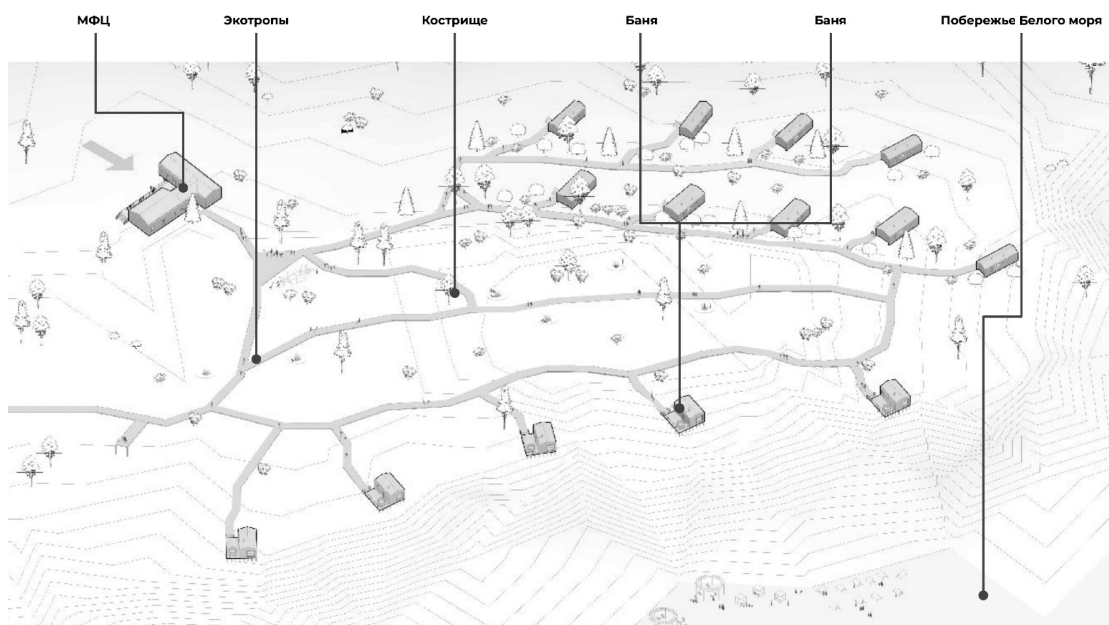


Рис. 5. Проектное предложение по туристическому комплексу в с. Ворзогоры
(авторы С. Требис, И. Резайкин, И. Петченко, С. Кузьмина, А. Викарчук)
Fig. 5. Project proposal for a tourist complex in the village of Vorzogory
(authors S. Trebis, I. Rezaykin, I. Petchenko, S. Kuzmina, A. Vikarchuk)

Выводы

В статье разработан системный подход к формированию архитектурных решений туристических центров в контексте малых городов и поселений севера Архангельской области. Для привлечения туризма в малые города и поселения Архангельской области предлагается развитие сети туристических центров, объединенных в маршруты с уже существующими и посещаемыми городами. Данные объекты станут источником дополнительных инвестиций для поддержания культурного наследия Русского Севера. Предлагается сочетать инфраструктуру для нескольких видов туризма: историко-культурный, экологический, сельский, событийный. Это позволит повысить интерес к туризму в малых городах и поселениях Архангельской области.

На примере проектов туристических объектов для сёл Нёнокса и Ворзогоры апробирована методика предпроектного анализа территории поселений в качестве основы для выбора участка проектирования и формирования сценария организации территории и архитектурных решений построек. Отмечена особая роль историко-культурного контекста поселения и ландшафтно-визуального анализа, что отличает традиционную архитектуру севера Архангельской области. Предложены варианты адаптации архитектурных решений исторических типов жилых домов к современной архитектуре туризма в части формообразования, применения строительных и отделочных материалов.

Внедрение современных туристических объектов в структуру исторических поселений с бережным отношением к существующим памятникам деревянной архитектуры обеспечит их устойчивое развитие, а также повысит качество среды, что будет способствовать социально-экономическому развитию региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуров Э., Сакулина Э. Архитектурный путеводитель по деревянному зодчеству Русского Севера. Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачева. М.: ООО «Буки-Веди», 2018. 386 с.
2. Ушаков Ю.С. Ансамбль в народном зодчестве Русского Севера. Л.: Стройиздат, 1982. 168 с.
3. Пермиловская А.Б., Усов А.А. Культурный ландшафт как фактор формирования традиционного деревянного зодчества северных и арктических территорий // Манускрипт. 2020. Т. 13, № 5. С. 77–81. DOI: 10.30853/manuscript.2020.5.14.
4. Пермиловская А.Б. Культурный ландшафт Онежского Поморья как объект наследия // Вестник славянских культур. 2022. № 66. С. 99–119. DOI: 10.37816/2073-9567-2022-66-99-119
5. Осина Н.А., Егорова В.А., Атясова А.В., Брызгунова Н.С. Разработка критериев сохранности деревянной городской застройки // Вестник гражданских инженеров. 2024. № 1(102). С. 15–22. DOI: 10.23968/1999-5571-2024-21-1-15-22.
6. Перов Ф.В., Мангушев Р.А., Дацюк Т.А., Болотин С.А. История и перспективы развития малоэтажной деревянной застройки городов Севера России // Жилищное строительство. 2024. № 1-2. С. 51–57. DOI: 10.31659/0044-4472-2024-1-2-51-57.
7. Рыженков А.А. Особенности, факторы и угрозы перспективного социально-экономического развития прибрежных территорий Архангельской области // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 6. С. 40–48.
8. Середина Е.В. Пути сохранения сельских поселений Русского Севера на основе развития туризма // Вестник РМАТ. 2021. № 1. С. 94–105.
9. Государственная программа Архангельской области «Культура Русского Севера» [Электронный ресурс]. URL: <https://dvinaland.ru/budget/programs/04> (дата обращения: 20.02.2025).
10. Лукин Ю.Ф. Арктический туризм: рейтинг регионов, возможности и угрозы // Арктика и Север. 2016. № 23. С. 96–123. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.23.96.
11. Sukhorukov VD, Gladkiy YN, Grigor'ev AA, Paranina AN. History and geography of the Russian Arctic in the domestic travelogue. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Saint Petersburg. DOI: 10.1088/1755-1315/625/1/012010.
12. Macintosh R. Tourism: principles, practices, philosophies. New York: J. R. B. John Wiley & Sons, Inc. 2015. 200 p.
13. Еремеева А.Ф., Гончарова К.Н. Туристические ресурсы как основа формирования туристических кластеров в российской Арктике // Техническая эстетика и дизайн-исследования. 2023. Т. 5, № 1. С. 22–33. DOI: 10.34031/2687-0878-2023-5-1-5-23-33.
14. Копылова С.А., Лебедева И.В. Проект программы развития сельского туризма в России до 2030 года. М.: АНО АРСИ, 2019. 78 с.
15. Ахмедова Е.А., Гудь Т.А. Актуальные предпосылки развития агротуристических комплексов – мировой опыт // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 1. С. 104–111. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.13.
16. Eremeeva A.F. Developing prospects of typology of ecotourism complexes. Proceedings of the 12th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction (ICCPAC 2020). Saint Petersburg. 2021. P. 26–30. DOI: 10.1201/9781003176428-06.
17. Воротников А.М., Тарасов В.А., Паньшина Б.А. Глэмпинг как специфическая форма экологического туризма: к развитию в российской Арктике // Российский экономический журнал. 2019. № 5. С. 48–55. DOI: 10.33983/0130-9757-2019-5-48-55.

18. Хромов Ю.Б. Организация систем отдыха, туризма и охрана природной среды на Севере. Л.: Стройиздат, 1981. 184 с.

19. Янковская Ю.С. Лебедева Е.Н., Лобанов Ю.Н. Природно-климатические и экологические аспекты в архитектурно-градостроительном проектировании и исследовании жилой среды // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 5(82). С. 49–58. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-5-49-58.

20. Шульман Ю.М. История посада Неноксы: историко-краеведческий очерк. М.: АБ, 1997. 160 с.

21. Герасимова А.И. Поморский посад Ненокса в историко-культурном ландшафте севера в конце XIX – начале XX вв. // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых: сборник материалов конференции. Архангельск. 2023. С. 128–132.

22. Gambassi R. Identity of modern architecture in historical city environments // Architecture and Engineering. 2016. N. 1(2). P. 27–42. DOI: 10.23968/2500-0055-2016-1-2-27-42.

23. Сарвут Т.О. Принципы формирования среды обитания в Арктическом регионе // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13, № 2(113). С. 130–140. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.2.130-140.

24. Меренков А.В., Янковская Ю.С. Северный дом. Инновационный подход к проектированию // Архитектон: известия вузов. 2022. № 4(80). DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-3.

25. Жигальцова Т.В., Усов А.А. Пространственно-планировочная структура и жилищно-хозяйственный комплекс поселений Онежского Поморья (на примере с. Ворзогоры Онежского р-на Архангельской обл.) // Этнографическое обозрение. 2020. № 1. С. 180–197. DOI: 10.31857/S086954150008767-3.

26. Жигальцова Т.В. Село Ворзогоры – историческое поселение Онежского Поморья, Арктической зоны РФ // Человек и культура. 2018. № 5. С. 21–31. DOI: 10.25136/2409- 8744.2018.5.27570.

REFERENCES

1. Gurov E., Sakulina E. *Arhitekturnyj putevoditel' po derevjannomu zodchestvu Russkogo Severa. Rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut kul'turnogo i prirodnogo nasledija imeni D.S. Lihacheva* [Architectural guide to wooden architecture of the Russian North. Russian Research Institute of Cultural and Natural Heritage named after D.S. Likhachev]. Moscow, LLC Buki-Vedi, 2018. 386 p.

2. Ushakov Yu.S. *Ansambl' v narodnom zodchestve Russkogo Severa* [Ensemble in folk architecture of the Russian North]. Leningrad, Stroyizdat, 1982. 168 p.

3. Permolvskaya A.B., Usov A.A. Cultural landscape as a factor in the formation of traditional wooden architecture of the northern and arctic territories. *Manuskript* [Manuscript], 2020, vol. 13, no. 5, pp. 77–81. (in Russian) DOI: 10.30853/manuskript.2020.5.14

4. Permolvskaya A.B. The cultural landscape of Onega Pomerania as a heritage site. *Vestnik slavyan-*

skih kul'tur [Bulletin of Slavic Cultures], 2022, no. 66, pp. 99–119. (in Russian) DOI: 10.37816/2073-9567-2022-66-99-119

5. Osina N.A., Egorova V.A., Atyasova A.V., Bryazgunova N.S. Development of criteria for preservation of wooden urban buildings. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2024, no. 1(102), pp. 15–22. (in Russian) DOI: 10.23968/1999-5571-2024-21-1-15-22

6. Perov F.V., Mangushev R.A., Datsyuk T.A., Boloitin S.A. History and development prospects of low-rise wooden buildings in the cities of the North of Russia. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2024, no. 1-2, pp. 51–57. (in Russian) DOI: 10.31659/0044-4472-2024-1-2-51-57

7. Ryzhenkov A.A. Features, factors and threats of promising socio-economic development of the coastal territories of the Arkhangelsk region. *Regional'nye problemy preobrazovaniya jekonomiki* [Regional Challenges of Economic Transformation], 2020, no. 6, pp. 40–48. (in Russian)

8. Middle E.V. Ways of preserving rural settlements of the Russian North based on the development of tourism. *Vestnik RMAT* [Bulletin of RMAT], 2021, no. 1, pp. 94–105. (in Russian)

9. State program of the Arkhangelsk region "Culture of the Russian North". Available at: <https://dvinaland.ru/budget/programs/04> (accessed 20 February 2025).

10. Lukin Yu.F. Arctic tourism: rating of regions, opportunities and threats. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2016, no. 23, pp. 96–123. (in Russian) DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.23.96

11. Sukhorukov VD, Gladkiy YN, Grigor'ev AA, Paranova AN. History and geography of the Russian Arctic in the domestic travelogue. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Saint Petersburg. DOI: 10.1088/1755-1315/625/1/012010

12. Macintosh R. Tourism: principles, practices, philosophies. New York: J. R. B. John Wiley & Sons, Inc. 2015. 200 p.

13. Eremeeva A.F., Goncharova K.N. Tourist resources as the basis for the formation of tourist clusters in the Russian Arctic. *Tekhnicheskaja jestetika i dizajn-issledovaniya* [Technical Aesthetics and Design Studies], 2023, vol. 5, no. 1, pp. 22–33. (in Russian) DOI: 10.34031/2687-0878-2023-5-1-5-23-33

14. Kopylova S.L., Lebedeva I.V. *Proekt programmy razvitiya sel'skogo turizma v Rossii do 2030 goda* [Draft program for the development of rural tourism in Russia until 2030]. Moscow, ANO ARSI, 2019. 78 p.

15. Akhmedova E.A., Gud' T.A. Current Prerequisites for Development Agro-tourist complexes: World Experience. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 104–111. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.13

16. Eremeeva A.F. Developing prospects of typology of ecotourism complexes. Proceedings of the 12th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction (ICCPAC 2020). Saint Petersburg. 2021. P. 26–30. DOI: 10.1201/9781003176428-06.

17. Vorotnikov A.M., Tarasov V.A., Panshina B.A. Glamping as a specific form of ecological tourism: to development in the Russian Arctic. *Rossiiskij jekonomicheskij zhurnal* [Russian Economic Journal], 2019, no. 5, pp. 48–55. (in Russian) DOI: 10.33983/0130-9757-2019-5-48-55
18. Khromov Yu.B. *Organizacija sistem otдыha, turizma i ohrana prirodnoj sredy na Severe* [Organization of recreation systems, tourism and environmental protection in the North]. Leningrad, Stroyizdat, 1981, 184 p.
19. Yankovskaya Yu.S. Lebedeva E.H., Lobanov Yu.N. Natural, climatic and environmental aspects in architectural and urban planning design and study of the living environment. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2020, no. 5(82), pp. 49–58. (in Russian) DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-5-49-58
20. Shulman Y.M. *Istorija posada Nenoksy: istoriko-kraevedcheskij ocherk* [History of Posad Nenoksa: historical and local history essay]. Moscow, AB, 1997. 160 p.
21. Gerasimova A.I. Pomorsky posad Nenoksa in the historical and cultural landscape of the north in the late XIX - early XX centuries. *Lomonosovskie nauchnye chtenija studentov, aspirantov i molodyh uchenyh: sbornik materialov konferencii* [Lomonosov scientific readings of students, graduate students and young scientists: collection of conference materials]. Arkhangelsk, 2023, pp. 128–132. (In Russian).
22. Gambassi R. Identity of modern architecture in historical city environments // *Architecture and Engineering*. 2016. N. 1(2). P. 27–42. DOI: 10.23968/2500-0055-2016-1-2-27-42
23. Sarvut T.O. Principles of habitat formation in the Arctic region. *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2018, vol. 13, no. 2(113), pp. 130–140. (in Russian) DOI: 10.22227/1997-0935.2018.2.130-140
24. Merenkov A.V., Yankovskaya Yu.S. Northern House. Innovative design approach. *Arhitekon: izvestija vuzov* [Architecton: University News], 2022, no. 4(80). (in Russian) DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-3
25. Zhigaltsova T.V., Usov A.A. Spatial and planning structure and housing and economic complex of settlements of Onega Pomerania (on the example of the village of Vorzogory, Onega district, Arkhangelsk region). *Jetnograficheskoe obozrenie* [Ethnographic Review], 2020, no. 1, pp. 180–197. (in Russian) DOI: 10.31857/S086954150008767-3
26. Zhigaltsova T.V. Vorzogory village is a historical settlement of Onega Pomerania, Arctic zone of the Russian Federation. *Chelovek i kul'tura* [Man and Culture], 2018, no. 5, pp. 21–31. (in Russian) DOI: 10.25136/2409-8744.2018.5.27570

Об авторе:

ЕРЕМЕЕВА Александра Федоровна

кандидат архитектуры, доцент,
доцент кафедры архитектурного проектирования
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Красноармейская, 4
E-mail: arch.eremeeva@gmail.com

EREMEEVA Aleksandra F.

PhD in Architecture, Associate Professor,
Associate Professor of the Architectural Design Chair
Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg,
2-d Krasnoarmejskaja st., 4
E-mail: arch.eremeeva@gmail.com

Для цитирования: Еремеева А.Ф. Перспективы формирования туристических центров в малых городах и поселениях севера Архангельской области // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 121–131. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.15.

For citation: Eremeeva A.F. Prospects for the formation of tourist centers in small towns and settlements in the north of the Arkhangelsk region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 121–131. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.15.

Принята: 10.06.2025 г.

Е. Г. СТОЛЯРОВА
О. А. ЖЕРНОКЛЕВА

ЗНАЧИМОСТЬ ГОРОДСКИХ ПЛЕНЭРНЫХ ЗАРИСОВОК В ПОДГОТОВКЕ АРХИТЕКТОРОВ В ВУЗЕ

THE IMPORTANCE OF URBAN PLEIN AIR SKETCHES IN THE TRAINING OF ARCHITECTS AT UNIVERSITY

Целью статьи заявлено изучение эстетических принципов изображения городского пространства и методика выполнения авторских работ средствами архитектурной графики и цифровых технологий, влияющих на формирование специалиста в области градостроительства и архитектуры. Авторами исследования предложен анализ заданий по пленэрной практике, ориентированных на развитие пространственного мышления и эстетического вкуса, закрепление знаний по истории и теории архитектурных стилей, развитие навыков графического решения быстрых зарисовок, формирование чувства пропорциональности и цветовой гармонии. Заявлено изучение цифровых технологий как дополнительного средства изобразительной деятельности на пленэрной практике. Предложены новые художественно-творческие приемы создания городских зарисовок, а именно коллажирование, смешение техник, ракурсы, коллективные проекты с целью нахождения наибольшей выразительности в передаче художественного образа архитектурной тематики.

Ключевые слова: эстетические принципы, графические приемы, городской скетчинг, архитектура, средства художественной выразительности, пленэр

Введение. Вопросу значимости пленэрной практики студентов архитекторов и дизайнеров посвящено достаточно учебно-методических трудов. М.Н. Макарова в своей книге «Пленэрная практика и перспектива» [1] представляет важность изучения перспективы на пленэрных зарисовках. Об этом также писали: Н.Я. Маслов [2], М.К. Чинцова [3] и другие. Предложенная статья переосмысливает важность быстрого графического или живописного рисунка в контексте формирования специалиста в области градостроительства и архитектуры [4]. Появление современных средств рисования позволяет по-новому посмотреть на возможности освоения художественной грамоты на пленэре. Подобная практика учит быстрому схватыванию

The purpose of the article is to study the aesthetic principles of depicting urban space and the methodology for performing original works using architectural graphics and digital technologies that influence the formation of a specialist in the field of urban planning and architecture. The authors of the study proposed an analysis of tasks in plein air practice, aimed at developing spatial thinking and aesthetic taste, consolidating knowledge of the history and theory of architectural styles, developing skills in graphic solving quick sketches, and developing a sense of proportionality and color harmony. The novelty of the article is the study of digital technologies as an additional means of visual activity in plein air practice. The article also proposes new artistic and creative techniques for creating urban sketches, namely collaging, mixing techniques, camera angles, and collective projects in order to find the greatest expressiveness in conveying the artistic image of architectural themes.

Keywords: aesthetic principles, graphic techniques, urban sketching, architecture, means of artistic expression, plein air

и передаче структурно-организованного визуального ряда, имеющего линейную и световоздушную перспективу. Здесь же начинающие художники знакомятся не только с линейной, но и с перцептивной перспективой, позволяющей передавать изображение так, как оно воспринимается художником.

Авторы статьи обращают внимание на системность обучения, дают методические рекомендации по организации процесса работы на природе, анализируют основные приемы, правила и законы изображения объемно-пространственной композиции города и ландшафтной среды, предлагают приемы работы новыми графическими средствами [4–6]. Пленэр – это творческий метод работы

на природе или в городской среде. В процессе заявленного творчества формируются умения и навыки быстрого рисунка (скетчинга), позволяющие передавать плановость, линейную и воздушную перспективу средового пространства [7, 8]. Технологии XXI века диктуют использование новых инструментов в создании художественных работ. Эта возможность рассматривается и в работе на пленэре. Авторами данного исследования представлены основные методы и приемы работы графическими средствами построения трехмерного пространства на двухмерной плоскости, выявлен необходимый алгоритм систематизации городской среды с целью последовательного изучения средового пространства и передачи его на плоскости [9].

Основная часть. Пленэрная практика является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки архитекторов и дизайнеров. Пленэр – это особый метод работы художника на открытом воздухе, на природе или в городской среде. Подобная практика позволяет особым образом представить пространство, в котором световоздушная среда видится в перцептивной перспективе. Знания линейной перспективы и особенности пленэрного видения позволяют создавать зарисовки, отличные от работы в аудитории.

Наброски концептуальных идей архитекторов представляют собой эскизы, сделанные в технике пленэрного рисунка, превращающего виртуальную концепцию автора в визуализированный объект. Иллюстрацией этому могут служить работы Ле Корбюзье (рис. 1, 2).

Эстетические принципы подобных изображений строятся на выразительности изображения объекта предметно-пространственной среды. Они передаются основными графическими средствами: точкой, линией, пятном, в них работают композиционные и цветовые законы соподчинения и единства визуальной составляющей художественного образа (рис. 3).

Образовательный процесс включает пленэрную практику как необходимую составляющую формирования профессиональных специалистов в области архитектуры и дизайна. Говоря о многолетней работе на кафедре рисунка, живописи и скульптуры Академии строительства и архитектуры СамГТУ в качестве педагогов рисунка и живописи, яркими моментами вспоминаются выездные пленэрные практики студентов. Начиная с 70-х годов прошлого века до 2019 года, студенты с руководителями пленэрной практики посетили многие города нашей страны. Студентам интересно было знакомиться с культурой других народов, обычаями и отличной от Самары простран-

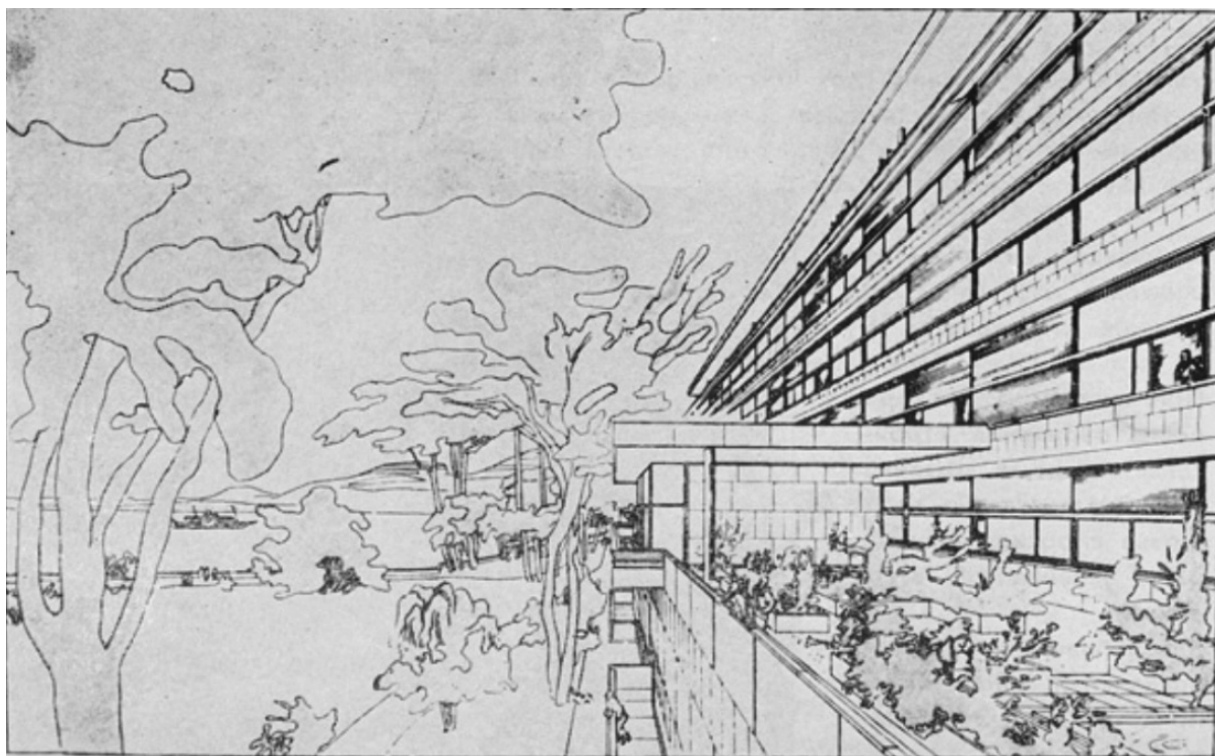


Рис. 1. Графический эскиз Ле Корбюзье. Конкурсный проект Лиги Наций в Женеве, Швейцария. 1927 г.
Fig. 1. Graphic sketch by Le Corbusier. Competition project of the League of Nations in Geneva, Switzerland. 1927

ственно-городской средой, которую ранее изучали на дисциплинах, связанных с историей искусств и архитектуры. Сегодняшняя пленэрная практика проводится в городе Самаре. На пленэре студентов интересует деревянное и каменное зодчество родного города. Интересными объектами для работы являются здания стиля модерн начала XX века, великолепно сохранившиеся в городе до наших дней (рис. 4–6).

Пленэрная практика студентов позволяет изучить эстетические принципы построения городского пространства, включающие создание ритма форм, линий фактур. Световоздушная среда подсказывает гармонию цвета в про-

странстве света и теней. Освещение в разное время суток дает игру теплохолодности и дополнительных цветов и оттенков. Принципы красоты городского пространства познаются студентами в практических зарисовках на местности, позволяя выделить главное и второстепенное, почувствовать гармонию ритма, статику и динамику, тождество и нюанс отдельных деталей в соподчинении целому [6].

По методике проведения практики студенты сначала изучают детали, потом малые формы, далее крупные объекты и завершают работу авторским эскизом проекта городской среды, созданием образа, подчиненного концепции



Рис. 2. Графический эскиз Ле Корбюзье. Конкурсный проект Лиги Наций в Женеве, Швейцария. 1927 г.
Fig. 2. Graphic sketch by Le Corbusier. Competition project of the League of Nations in Geneva, Switzerland. 1927



Рис. 3. «Танцующий дом» архитектора Фрэнка Оуэн Гэри
Fig. 3. "Dancing House" by architect Frank Owen Gary



Рис. 4. Дача купца Константина Головкина.
Арх. К. Головкин, В. Тепфер, 1908–1909 гг.
https://drugoigorod.ru/10_modern_samara/
Fig. 4. Dacha of merchant Konstantin Golovkin.
Arch. K. Golovkin, V. Tepfer, 1908–1909.
https://drugoigorod.ru/10_modern_samara/

автора [10]. На практике происходит закрепление навыков работы различными графическими средствами – от карандаша, сепии, угля, линеров и маркеров до средств компьютерной графики. Коллажирование, комбинаторика, метафоричность, варьирование стилями дают широкий спектр художественно-творческой интерпретации объектов городской среды [11]. Это не просто копирование увиденных архитектурных сооружений, а осмысленное выявление и подчеркивание современной трансляции эстетики предметно-пространственной среды. Упражнения способствуют развитию пространственного мышления архитектора, художественного вкуса, чувства пропорций и гармонии цвета.

Примеры студенческих зарисовок зданий модерна свидетельствуют об использовании различных техник графики и живописи (рис. 7, 8).



Рис. 5. Особняк Новокрещеновых.
Арх. М. Квятковский, 1907–1909 гг.
https://drugoigorod.ru/10_modern_samara/
Fig. 5. Novokreshchenov mansion.
Arch. M. Kwiatkowski, 1907–1909.
https://drugoigorod.ru/10_modern_samara/



Рис. 7. Зарисовка ворот дома А.П. Курлиной.
Работа студента 2 курса
Fig. 7. Sketch of the gate of A.P.'s house Kurlina.
Work of a 2nd year student



Рис. 6. Дом А.П. Курлиной. Арх. А. Зеленко, 1903 г.
https://drugoigorod.ru/10_modern_samara/
Fig. 6. House of A.P. Kurlina. Arch. A. Zelenko, 1903.
https://drugoigorod.ru/10_modern_samara/



Рис. 8. Особняк Новокрещеновых. Арх. М. Квятковский.
Работа студентки 2 курса А. Балацкой
Fig. 8. Novokreshchenov mansion. Arch. M. Kwiatkowski. Work of 2nd year student A. Balatskaya

Методика последовательного изучения городского пространства сводится к зарисовкам отдельных фрагментов зданий, где можно проследить пропорции, ритм, соподчинение элементов целому. Далее зарисовки отдельных зданий, дворов, улиц дают представления студентам об изображении с натуры предметно-пространственной среды города (рис. 9).

Итоговые работы по пленэрной практике могут представлять собой творческие проекты в технике коллажа, решенные реалистично или декоративно. Студенты вправе работать с различными стилистиками и предлагать собственное видение городской среды (рис. 10).

Современный скетчинг отражает специфику динамичного времени, схлопывания «множественности» в одно изображение. Работа с плановостью, линейной и перцептивной перспективами переходит в футуристичность изображения. Под этим понимается как традиционное использование средств графики (точки, линии, пятна), так и методы коллажирования готовых фотоизображений с живой линией рисунка [5].

Специалист в области архитектуры должен владеть не только стратегическим и тактическим мышлением, но и профессионально использовать все доступные на сегодняшний день средства исполнения творческих проектов. Построение трехмерного пространства на двумерной плоскости имеет накопленный баланс эстетических характеристик изображения. Модернизм XX века собрал коллекцию приемов и методов исполнения художественных проектов; сегодняшний день анализирует, перерабатывает, переосмысливает и синтезирует лучшее из того, чем владеет человечество [9]. Глобальность мышления способствует развитию архитектурного образования в целом, включая в отдельные дисциплины учебного плана тенденции сегодняшнего дня как в содержательную часть учебной программы, так и в методику ведения предмета. В частности, пленэрная практика стала взаимодействовать с цифровыми технологиями на примере быстрых зарисовок и подачи творческой интерпретации изображаемого объекта.



Рис. 9. Методика работы на пленэре «от простого к сложному»:
фрагмент здания, отдельное здание, дворик, улица
Fig. 9. Methodology for working in the open air “from simple to complex”:
a fragment of a building, a separate building, a courtyard, a street



Рис. 10. Итоговое проектное задание на тему «Город Самара».
Линейное и тонально-пятновое решение композиции
Fig. 10. Final project assignment on the topic "City of Samara".
Linear and tonal-spot composition solution

В статье рассмотрим новые художественные приемы создания городских рисунков посредством синтеза инструментов исполнения работ. Соединение фотографии и авторского рисунка, сделанного на пленэре, создает образ непосредственного живого присутствия художника, его настроения, видения и отношения к объекту (рис. 11–18).



Рис. 11. Костел. Коллаж рисунка и фотографии объекта изображения.
Работа студентки 2 курса А. Дулевич
Fig. 11. Church Collage of drawing and photograph of the image object.
Work of a 2nd year student A. Dulevich



Рис. 12. Рисунок на планшете Андроид с клавиатурой и стилусом. Работа студентки 2 курса Е. Кормишиной
Fig. 12. Drawing on an Android tablet with a keyboard and stylus. Work of a 2nd year student E. Kormishina



Рис. 13. Рисунок с направляющими линиями на планшете. Работа студентки 2 курса А. Кузьминой
Fig. 13. Drawing with guide lines on a tablet.
Work of a 2nd year student A. Kuzmina



Рис. 14. Соединение фотографии и рисунка на планшете стилусом. Работа студентки 2 курса М. Адониной
Fig. 14. Combining a photograph and a drawing on a tablet with a stylus. Work of a 2nd year student M. Adonina

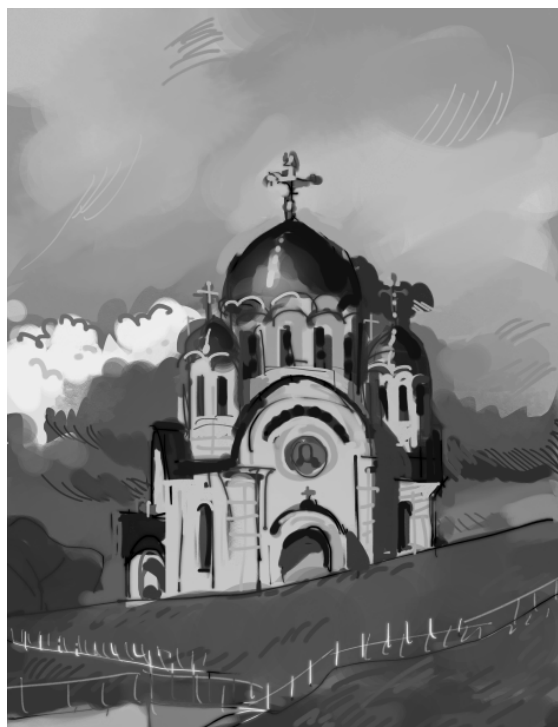


Рис. 17. Цветной рисунок на планшете Андроид стилусом. Работа студентки 2 курса А. Богомоловой
Fig. 17. Color drawing on an Android tablet with a stylus. Work of a 2nd year student A. Bogomolova



Рис. 15. Рисунок на экране телефона, зарисовка графическими редакторами. Работа студентки 2 курса В. Моргачевой
Fig. 15. Drawing on the phone screen, sketching using graphic editors. Work of a 2nd year student V. Morgacheva



Рис. 18. Коллаж фотографии и цветного рисунка на планшете стилусом. Работа студентов 2 курса К. Черновой и Е. Кормишиной
Fig. 18. Collage of photographs and color drawings on a tablet with a stylus. Work of 2nd year students K. Chernova and E. Kormishina



Рис. 16. Рисунок на планшете Андроид стилусом. Работа студентки 2 курса Д. Оводковой
Fig. 16. Drawing on an Android tablet with a stylus. Work of a 2nd year student D. Ovodkova

Выводы. Значимость городских пленэрных зарисовок в подготовке архитекторов в вузе определяется умением профессионалов быстро и выразительно подать концептуальную идею средствами цвета и графики. На пленэрной практике студенты овладевают оптимальными приемами и методами изображения, моделирования архитектурной формы и пространства, развивают объемно-пространственное мышление, навыки построения линейной и световоздушной перспективы, чувство масштаба и соразмерности объектов. На подобной практике студенты формируют и закрепляют умения использовать современные материалы и технологии творчества. Сделан вывод о том, что пленэрная практика является важнейшим компонентом формирования художественно-творческого мышления будущих архитекторов и дизайнеров. Исследование данной темы позволяет обозначить важность художественной работы студентов в городской среде и необходимость ее трансформации в современных условиях, а также появление и развитие диджитал-технологий в проектных работах, в частности соединение «живого» рисунка с фотографией и компьютерной графикой. Зарисовки на пленэрной практике формируют современный художественный стиль визуализации проектов предметно-пространственной среды, отражающий актуальную тенденцию развития современного мира.

Работа на пленэре в городской среде формирует навыки быстрого рисунка, скетчинга, в котором выделяется главное, обобщаются детали, работает линия и пятно, что позволяет в наиболее убедительном виде передать суть художественного изображения.

Таким образом, авторы статьи обращают внимание на одну из важных сторон обучения профессии архитектора, где изучение рисунка происходит непосредственно в предметно-пространственной среде и световоздушном окружении, что не может не отражаться в художественно-творческих произведениях будущих специалистов в области проектирования городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макарова М.Н. Пленэрная практика и перспектива. М.: Академический проект, 2014. 249 с.
2. Маслов Н.Я. Пленэр. М.: Просвещение. 1984. 112 с.
3. Чинцова М.К. Творческая практика: Пленэр. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. 76 с.
4. Раков А.П., Потёмкина Я.Е. Связь художественного конструирования формы в архитектуре и дизайне с законами психологии и физиологии вос-

приятия // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 144–149. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.16.

5. Данилова Э.В. Концепция коллажного города Колина Роуи Фреда Кеттера в контексте современной теории архитектуры // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 1. С. 103–109. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.14.

6. Столярова Е.Г., Березин А.Е. Эстетические принципы экспрессионизма в современной архитектуре // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 150–156. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.17.

7. Санладерер Х. Пленэр акварелью шаг за шагом: учимся рисовать с натуры под открытым небом / пер. с нем. О. Нацаренус. М.: Эксмо, 2024. 96 с.

8. Пластинина Е.С. Архитектурный скетчинг маркерами: искусство городских зарисовок шаг за шагом. М.: Эксмо, 2023. 144 с.

9. Раков А.П. Технологии трёхмерного моделирования в промышленном дизайне // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 2. С. 155–161. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.20.

10. Борисова Е.П. Концепция реорганизации жилой среды первых серий индустриальной массовой застройки // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 1. С. 74–81. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.13.

11. Ермаков Г.И. Пленер. М.: Прометей. 2013. 102 с.

REFERENCES

1. Makarova M.N. *Plenjernaja praktika i perspektiva* [Plein air practice and perspective]. Moscow, Academic project, 2014. 249 p.
2. Maslov N.Ya. *Plenjer* [Plein Air]. Moscow, Enlightenment, 1984. 112 p.
3. Chintsova M.K. *Tvorcheskaja praktika: Plenjer* [Creative practice: Plein air]. Yekaterinburg, Ural University Publishing House, 2019. 76 p.
4. Rakov A.P., Potemkina Ya.E. Connection between the Artistic Design of Form in Architecture and Design and Laws of Psychology and Physiology of Perception. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 144–149. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.16
5. Danilova E.V. Concept of the Collage City of Colin Rowe and Fred Ketter in the Context of Contemporary Architecture Theory. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 103–109. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.14
6. Stolyarova E.G., Berezin A.E. Aesthetic Principles of Expressionism in Modern Architecture. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 150–156. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.17
7. Sanladerer H. *Plenjer akvarel'ju shag za shagom: uchimsja risovat' s natyry pod otkrytym nebom* [Plein Air in Watercolor Step by Step: Learning to Paint from Nature in the Open]. Moscow, Eksmo, 2024. 96 p.
8. Plastinina E.S. *Arhitekturnyj sketching markerami: iskusstvo gorodskih zarisovok shag za shagom* [Architectural

sketching with markers: the art of urban sketching step by step]. Moscow, Eksmo, 2023, 144 p.

9. Rakov A.P. Three-Dimensional Modeling Technologies in Industrial Design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 2, pp. 155–161. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.20

10. Borisova E.P. The concept of reorganization of the living environment of the first series of industrial mass development. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017, vol. 7, no. 1, pp. 74–81. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.13

11. Ermakov G.I. *Plener* [Plener]. Moscow, Prometheus, 2013. 102 p.

Об авторах:

СТОЛЯРОВА Елена Георгиевна

кандидат искусствоведения, профессор, доцент кафедры архитектурно-строительной графики и изобразительного искусства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: st998707@mail.ru

STOLYAROVA Elena G.

PhD in Art History, Professor, Associate Professor of the Architectural and Construction Graphics and Fine Arts Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: st998707@mail.ru

ЖЕРНОКЛЕВА Ольга Александровна

доцент кафедры архитектурно-строительной графики и изобразительного искусства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: zhernokleva.olga@yandex.ru

ZHERNOKLEVA Olga Al.

Associate Professor of the Architectural and Construction Graphics and Fine Arts Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: zhernokleva.olga@yandex.ru

Для цитирования: Столярова Е.Г., Жерноклева О.А. Значимость городских пленэрных зарисовок в подготовке архитекторов в вузе // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 132–140. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.16.

For citation: Stolyarova E.G., Zhernokleva O.A. The importance of urban plein air sketches in the training of architects at university. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 132–140. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.16.

Принята: 09.06.2025 г.

Э. П. ЧЕРНЫШОВА

Т. А. ГИЛЬДИНА

Т. В. РАДИОНОВ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ КАТЕГОРИИ ОБРАЗА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

TO THE ISSUE OF STUDYING THE CATEGORY
OF IMAGE OF ARCHITECTURAL SPACE

Представлен историографический анализ категории образа архитектурного пространства. Выделена разнородность характеристик в зависимости от области познания, которая актуализирует вопрос необходимости изучения и уточнения понятия. Представлена попытка систематизации, которая позволяет посмотреть на категорию комплексно, с учетом проблемы разночтений понятий направления архитектуроведения. Исследованы ключевые точки зрения на категорию, выявлены основные сущностные характеристики понятия «образ архитектурного пространства». Обозначены перспективы изучения вопроса в рамках актуальной проблемы соотношения понятий и категорий в смежных научных областях.

The article presents a historiographical analysis of the category of the image of architectural space. The heterogeneity of characteristics depending on the field of knowledge actualizes the issue of the need to study and clarify the concept. The article presents an attempt at systematization, which allows us to look at the category in a comprehensive manner, taking into account the problem of different interpretations of the concepts of architectural science. The key points of view on the category are studied, and the main essential characteristics of the concept of the image of architectural space are identified. The prospects for studying the issue within the framework of the current problem of the relationship between concepts and categories in related scientific fields are outlined.

Ключевые слова: архитектурное пространство, образ архитектурного пространства, художественный образ, эстетическая категория

Keywords: architectural space, image of architectural space, artistic image, aesthetic category

Проблемное поле исследования. Архитектурное пространство как основной предмет архитектуры представляет собой характеристику, связанную с процессом упорядочивания открытой местности посредством возведения физических и осязаемых форм. По сути, та или иная архитектурная форма – это определенный способ организации архитектурного пространства, его основная выразительная черта, его доминанта, представленная в комплексе физического и эстетического продукта восприятия. Необходимо отметить существенный рост внимания к осмыслению категории сквозь призму различных областей, таких как искусствоведение, архитектуроведение, культурология, философия и др. Вместе с этим можно отметить множественность трактовок понятия, которые зависят прежде всего от предмета исследования. Например, Т.В. Чапля рассматривает категорию архитектурного пространства как способ моделирования человеческого поведения [1]. М.П. Назарова рассматривает архитектурное пространство как социокультурный

феномен [2]. Е.Е. Бирюкова в многочисленных исследованиях представляет архитектурное пространство как категорию эстетики, посредством которого выступают духовные аспекты человеческого содержания [3].

Вместе с тем образ архитектурного пространства – это категория несколько иного уровня, которая представлена, в первую очередь, самой сущностью архитектурного пространства как физического и социально-культурного общечеловеческого пространства, как пишет В.Л. Глазычев в [4, с. 30]. Это означает, что, рассматривая образ архитектурного пространства, следует говорить об эстетическом, идейном уровне.

Образ архитектурного пространства остается предметом рассмотрения многих исследователей, что привело к появлению нескольких форм определения понятия. В.Л. Глазычев приходит к понятию «образ в архитектуре», В.В. Иванов обозначил его как «образ произведение архитектуры» [5], А.Э. Коротковский выводит к понятию «художественный образ ар-

хитектурной формы» [6]. Каждый из выделенных вариантов напрямую отражает те качества, которыми наделяет автор специфику архитектурного пространства: как идейно-символическое в первом случае, как результат творческого труда во втором случае, как единство идейного и деятельностного – в третьем. Рассуждение о природе образа архитектурного пространства будет неотделимо от значения художественного образа, который понимается как воплощенная целостность элементов реального мира, мировоззрения автора и зрительского понимания.

Основная часть. Многозначность в дефинициях и порой отсутствие ясности в терминологическом отношении понятия «образ архитектурного пространства» предполагают наличие достаточно большого количества теорий и подходов к определению основных характеристик, отличительных особенностей образа архитектурного пространства. Весьма распространенной практикой становится уточнение понятийного аппарата, который превосходит основную часть исследования. Авторский коллектив настоящей статьи будет придерживаться трактовки понятия образа архитектурного пространства, обозначенной В.А. Глазычевым, где на базисе непосредственной материальной формы, своеобразной «материи» архитектуры, выстраивается социокультурная и историческая система общественного опыта, представленная в символической форме.

Несмотря на разброс в терминологическом поле, можно выделить, что обобщающей характеристикой для понятия «образ архитектурного пространства» выступает наличие в качестве отдельного компонента в ряду концептов в содержании типа «уникальное», «единичное», «особенное», т. е. содержащее в себе определенный эстетический уровень, который воздействует на чувственное восприятие зрителя, обзорающего ту или иную архитектурную форму, как пишет В.Ф. Колейчук [7, с. 59].

Присутствие в структуре образа архитектурного пространства эстетического уровня обусловлено тем, что любая архитектурная форма – результат применения творческих способностей человека, т. е. выступает продуктом художественной деятельности. Это означает, что наряду с эстетическим уровнем в структуре образа архитектурного пространства присутствует и сознательный уровень, так как любая архитектурная форма не может быть создана без сознательного участия человека, как добавляет Е.В. Конева [8, с. 418]. Другими словами, основания для построения образа архитектурного пространства необходима сознательная творческая активность личности,

направленная на взаимодействие с эстетическим и идейно-ценностным пространством для извлечения из него конкретных архитектурных форм, которые облачены в форме физических объектов, и при этом эстетически воздействуют на зрителя.

Оценивая художественные качества окружающих архитектурных пространств, невозможно не отметить и третьего компонента, который характеризует специфику данной категории. К созданию архитектурной формы всегда привлекается компетентный человек, достигший определенного уровня мастерства в конструировании объектов. Это означает, что то или иное архитектурное сооружение отражает актуальный уровень развития культуры, наук и образования на момент собственного возведения. Ярким примером может служить собор преподобного Исаакия Далматского (1818–1858 гг.) архитектора Огюста Монферрана, технологии строительства которого были весьма прогрессивными для своего времени, а композиционные решения отсылают зрителя к мировым шедеврам архитектуры: через технологические приемы – к Римскому Пантеону и храму Баала в Пальмире, через композиционное решение купола с колоннадой и портиков – к парижскому Пантеону и Дому инвалидов. Сегодня он являет собой свидетельство своего времени, по которому можно судить об истории и развитии зодчества, и часть современного архитектурного пространства Петербурга, участвующего в формировании идентичности города. Общее решение собора отражает поиски архитектурного образа, соответствующего духу Российской империи со всем возможным размахом.

Другими словами, как пишет Р. Арнхейм, любой продукт художественной деятельности – это результат постепенной эволюции человеческого общества и, более того, результат «развития человеческого сознания в диахронии цивилизации» [9, с. 256]. Соответственно образ архитектурного пространства всегда наделен характеристикой «искусственности», «рукотворности», и с ним не может сравниться любой другой предмет даже схожей формы, образовавшийся естественным путем. Отличие здесь состоит не только в «рукотворности» первого, но также и в отсутствии определенного «образа-замысла» последнего, где форма является скорее органическим происхождением без какого-либо определенного смысла, только если этот смысл искусственно впоследствии не привносится самим человеческим разумом.

Образ архитектурного пространства в данном случае следует отличать от ряда аналогичных образов, например в виде городов,

сельских поселений, которые представлены одинаковыми архитектурными строениями, при этом особый художественный замысел в их организации может как отсутствовать полностью, так и не поддаваться культурно-художественной эволюции на протяжении нескольких столетий. Однако данному положению противоречит мнение Г.Б. Забелшанского, который уверен, что, к примеру, исторические центры крупных городов, а также старинные сельские поселения обладают особенной эстетикой, а, значит, наделены и собственным образом архитектурного пространства [10, с. 133]. Например, историческая часть города Выборга сохраняет единичные памятники средневековой архитектуры, которые по сей день влияют на формирование уникального архитектурного образа города. М.П. Назарова в своем исследовании называет такие объекты пространственными архетипами. В этом случае такие объекты, как Выборгский замок, дом горожанина, усадьба бюргера становятся архетипами, которые интегрируются в новый социокультурный контекст, сохраняя узнаваемость и символическую устойчивость [11].

Следует также отметить, что некоторые исследователи представляют понятие образа архитектурного пространства как более обширную категорию, нежели просто художественный образ, и считают, что образ архитектурного пространства может включать в себя как типологический образ (т. е. образ, определенный конкретной материальной формой), так и художественный образ. Например, С.Э. Габидулина пишет о том, что на типологическом уровне в структуре образа архитектурного пространства будет обнаруживаться тот или иной образ конкретных конструкций, архитектурных деталей и сообщений между помещениями, т. е. этот образ будет представлен неэстетическими явлениями. На художественном же уровне будут обнаруживаться такие элементы декора, такие особенности ограничения пространства, такие детали и украшения, которые будут связываться, в первую очередь, с особым культурным и историческим опытом человеческой цивилизации, и, следовательно, будут выражаться посредством эстетических явлений [12, с. 73].

В результате видно, что большинство исследователей в структуре образа архитектурного пространства выделяют две равноправные составляющие: явление неэстетического характера, выраженное физической оболочкой архитектурной формы, и явление эстетического характера, выраженное социокультурными и историческими символами, которые воздействуют на эстетическое ощущение человека.

Вместе с тем художественная составляющая образа архитектурного пространства является наиболее очевидной, как отмечает В.С. Горюнов, так как позволяет отследить реализацию всех этапов художественной деятельности творца или архитектора, где выделяются следующие основные шаги:

- выработка художественного замысла архитектурного пространства;
- определение основных архитектурных форм, которые позволят воплотить замысел на эстетическом и неэстетическом уровнях;
- реализация замысла в непосредственной строительной деятельности;
- интерпретация замысла современниками и потомками [13, с. 47].

Из подобного описания процесса формирования образа архитектурного пространства можно определить наличие субъекта, который осознанно направляет свою деятельность в данном русле, реализуя художественный замысел. Художник-творец в данном случае выступает и автором самого замысла, и основным инструментом для его воплощения. Отсюда следует, что наличие конкретного индивида, от деятельности которого зависит создание того или иного образа архитектурного пространства, не позволяет применять понятие «художественного образа» в отношении рассматриваемого явления, так как это понятие чрезвычайно широко, а большинство архитектурных форм представляют, в первую очередь, эстетическую ценность (например районы панельных домов), но лишены выдающегося художественного значения. Подобные архитектурные формы пусть и являются носителями определенной культуры и исторического периода, но не могут быть выразителями целостного художественного образа. И дело тут не только в простоте архитектурных форм или в наличии/отсутствии архитектурного декора. В данном отношении показательны многочисленные сооружения храмовых комплексов в пространстве плотной панельной застройки. Использование архитектурных форм с отсылкой к традиционной храмовой архитектуре без учета природного и архитектурного ландшафтов не позволяет придать ясности образу того или иного сооружения, и создается впечатление раздробленности архитектурного пространства.

Согласно мнению Т.М. Дридзе, невозможно исследовать отдельный образ архитектурного пространства, выделяя его из всего множества других аналогичных объектов, так как архитектурное сооружение с течением времени как бы «врастает в ландшафт», становясь комплексной составляющей, и формирует некий «метаобраз культуры», который обладает как

эстетической, так и художественной значимостью [14, с. 23]. Ту же идею транслирует Е.Е. Бирюкова, говоря, что архитектурный образ содержит как художественную, так и эстетическую составляющую [15]. Подобное утверждение позволяет выделить следующие черты образа художественного пространства:

- образ архитектурного пространства наделяется как художественным, так и эстетическим потенциалом, т. е. он некий выразитель культурно-эстетического уровня в деятельности человечества, и ограничен собственной культурно-национальной широтой на эстетическом уровне восприятия;

- образ архитектурного пространства может быть выразителем менее частных художественных образов, многие из которых имеют различную направленность и даже противостоят друг другу в пространстве того или иного художественного стиля, но в целом могут быть объединены в единое эстетическое множество;

- образ архитектурного пространства может обнаруживаться как в широкомасштабной плоскости, например на определенной территории города, страны и даже нескольких стран, так и в социокультурной плоскости, объединяя отдельные элементы общечеловеческого социокультурного и исторического опыта. Другими словами, раскрытие того или иного образа архитектурного пространства позволяет проанализировать не только уровень достижений человечества в строительстве в тот или иной исторический период, но также подвергнуть ценностному анализу идейно-смысловые и религиозные парадигмы, которые были характерны для того или иного столетия [14, с. 26].

Существует немало примеров, когда архитектурное сооружение даже по прошествии лет не может стать комплексной составляющей архитектурного пространства. Например, Дворец культуры работников связи в Санкт-Петербурге, который был перестроен в 30-х гг. XX в. из немецкой реформатской церкви XIX в. (рис. 1, 2) Изначально реформаторская церковь завершала перспективу реки Мойки, выделяясь за счет стройной шатровой двухъярусной колокольни, которая отвечала идее оформления перспектив улиц высотными доминантами. Перестроенное в стилистике 1930-х здание скорее перекрывает перспективу и «выпадает» из ансамбля города. Слабую художественную и техническую составляющую отмечали и современники: «...Лишенное выразительного силуэта здание не вошло в ансамбль и воспринимается как чужеродное тело, ...», «Архитектурная масса здания слабо расчленена и невыразительна» [16, с. 40]. Споры вокруг проблемы реставрации и сохранности здания не прекращаются по сей день.



Рис. 1. Панорама набережной и вид на Реформатскую церковь. Фото нач. XX в.

Fig. 1. Panorama of the embankment and view of the Reformed Church. Photo. Photo of the 20th century



Рис. 2. Дворец культуры работников связи. Фото 1950–1954 гг.

Fig. 2. House of Culture of Communication Workers. Photo 1950–1954.

Обратившись же к семантическому анализу самого понятия «образ», можно соотнести его с такими абстрактными существительными, как «образование», «воплощение», «проявление», «оформление». Соответственно образ архитектурного пространства тоже может быть определен как некое оформление определенного замысла художника, наделенного конкретным смыслом, пониманием цели и назначения сооружения не только в практическом, но и в идейном, идеологическом смысле.

Говоря об образе архитектурного пространства как о единении культурного значе-

ния, А. В. Иконников утверждает, что в структуре любого архитектурного образа следует видеть именно комплекс нескольких культурных смыслов [17, с. 165]. Более того, как добавляет автор, в структуре образа архитектурного пространства обнаруживается также эстетическое образование и национальное образование, и, соответственно, все эти уровни – культурные, эстетические, национальные – выражены посредством конкретной архитектурной формы и могут быть потребляемы человеческим познанием как наиболее знаменательные выразители конкретной историко-временной культуры, эстетики и национального самосознания.

Следовательно, образ архитектурного пространства может быть определен как нечто более объемное, нежели простое выражение эстетического и типологического уровней, т. е. в виде символики и физической конструкции архитектурной формы. Категория эстетического, согласно А.В. Иконникову, это некое отношение пространства, наделенного символами и идеями к познанию человека, выраженные на чувственном уровне [17, с. 59]. Иными словами, эстетическое переживание, которое происходит с человеком во время потребления образа архитектурного пространства, – это не только переживание чувства прекрасного при столкновении с неким объективным образцом красоты, но это и осмысление значимости тех или иных идей, их принятие в соответствии от тех актуальных культурных установок, которые обусловлены за счет историко-культурного опыта современника, его культурных и национальных установок.

Соответственно образ архитектурного пространства может быть понят как некий эстетический образ, выраженный на художественном, культурном, национально-историческом уровне, который отражает актуальные идеи в области национального самосознания и культурно-эстетических установок, характерных для конкретного периода своего появления. Человек, переживая воздействие образа архитектурного пространства, как бы включается в этот обширный контекст, и от того, на каком уровне сформированы его культурно-интеллектуальные и эстетические установки, зависит максимальная целостность восприятия и понимания художественного замысла архитектурной формы.

Художественная образность – это именно та категория, которая соответствует понятию образа архитектурного пространства, художественный же образ в структуре образа архитектурного пространства – это один или множество элементов, которые могли быть созданы художником во время воплощения его художественного замысла.

Любой образ архитектурного пространства оказывается включенным в семантическое пространство, или, как определяет его В.Н. Топоров, «особую пространственно-координатную модель индивидуальной или групповой системы представлений», которая существует объективно на уровне определенной страны и на специфику и характеристику которой воздействуют особенности исторического и культурного развития актуального общества [18, с. 66]. С позиций семантического пространства образ архитектурного пространства может быть определен как особая архитектурно-художественная система, выражающая содержание тех или иных архитектурных форм в виде оперативного образа, готового для восприятия человеком.

С этих позиций вся система органов и отделов, направленная на создание архитектурных форм, состоит в трактовке и раскрытии смысла архитектурной формы через систему композиций, ордеров и принципов классической архитектуры [19, с. 112]. Это означает, что именно данные показатели являются знаковыми выразителями образа архитектурного пространства, а чтобы интерпретировать замысел того или иного архитектурного сооружения, требуется раскрыть его идею, смысл, а также принцип из области методики строительства и из области идейно-культурной парадигмы, которая господствовала на момент возведения архитектурного сооружения.

Говоря о принадлежности образа архитектурного пространства к восприятию человеком, Г.Б. Забелшанский отмечает такую черту, как «человекоподобие» любой архитектурной формы [10, с. 92]. Обозначенная черта идет красной линией через всю историю развития архитектуры, начиная с древности: античная архитектура, где, по словам И.И. Брунова, ордер классического греческого храма является также главным носителем человеческого начала [20, с. 87–100]; древнерусская архитектура, в основе которой лежал антропоморфный признак. В качестве примера можно выделить исследование В.В. Седова, который утверждает, что сравнение храмового сооружения с человеческой фигурой может быть ключом к пониманию пропорций древнерусских церквей [21].

Другими словами, такое человекоподобие может быть понято как выражение идеи телесности, а также идеи особой напряженности пространства. Напряженность пространства здесь может быть понята как онтологическая категория, выражающая определенные свойства типологии Мира, характерные для культурно-исторического периода развития цивилизации на момент возведения жилища. При этом

любой образ архитектурного пространства наделен своим смыслом, т. е. такой мыслительной, абстрактной единицей, которая происходит не из коммуникативной, но из собственно мыслительной сферы человека, как определяет данное понятие Э. Кассирер [22, с. 42].

Соответственно основным механизмом в познании смысла образа архитектурного пространства становится прогнозирующая деятельность, иными словами, такая деятельность, когда посредством мыслительных усилий творец формирует тот или иной образ напряженности пространства, тем самым вырабатывая его художественный замысел, проектируя и сооружая архитектурную форму [23, с. 214].

Архитектурные пространства являют собой способ порождения, сохранения и передачи опыта человека и общества [24, с. 60]. На практике образ архитектурного пространства приобретает все черты самостоятельности за счет наличия конкретных выразительных средств для представления художественного замысла архитектурного сооружения, он кодируется во всех типах архитектурных сооружений и раскрывается перед человеком, познающим его, в коммуникационной системе взаимодействия между объектом и субъектом познания. Познание образа архитектурного пространства происходит, например, через систему объемно-планировочных решений, через способ построения архитектурной формы в пространстве, а также через построение отдельных форм в единую композицию. Грамотный архитектор учитывает функцию проектируемого сооружения и тем самым участвует в моделировании поведения человека в пространстве. Перемещение человека в архитектурном пространстве определяется его образом и заложенным сценарием, которое в том числе определяется мышлением. Заложенный сценарий поведения человека зависит: от физических характеристик архитектурного пространства, например проектирование по анфиладному типу выстраивает путь движения по заданному планировочным решением варианту; функциональных характеристик архитектурного пространства, движение в котором определяется жизненной потребностью человека; идеологической составляющей, например образ архитектурного пространства храмового комплекса формируется на основе установленного канона и семантической нагрузки и передвижения человека по предопределенно правилам литургии.

Это означает, что вся система образов архитектурного пространства представляет собой содержательную модель, которая посредством конкретных изменений в условиях напряженности пространства способна донести до чело-

века, познающего ее, наиболее значимые и конкретные черты, указывающие на исторический, социокультурный, идейно-парадигматический уровень, который был характерен для жизнедеятельности творца архитектурного сооружения при выработке художественного замысла.

В результате, было определено, что образ архитектурного пространства представляет собой эстетическое образование, на котором, помимо художественного и конструктивного смыслов, выделяются также национальные, историко-культурные, идейные сведения о том или ином этапе развития общества на момент создания архитектурного сооружения. Образ архитектурного пространства может содержать в себе систему художественных образов и владеть конкретным художественным значением, но может и быть лишенным их в зависимости от замысла конструктора, который разрабатывал идею сооружения. Вся система архитектурных образов включена в семантическое пространство, а также в метакультурный фон конкретной страны либо нескольких стран, на территории которых расположено сооружение. Человек, сталкиваясь с образом архитектурного пространства, познает его на идейно-мыслительном уровне, а также на уровне чувственного восприятия.

Говоря о восприятии человеком архитектурного пространства, необходимо обозначить перспективы и обратить внимание на вопрос соотношения понятий и категорий в смежных научных областях. Особенности восприятия образа архитектурного пространства, в том числе с учетом межкультурной коммуникации, может быть рассмотрено в историческом, искусствоведческом, педагогическом контекстах. Историк работает с теми же категориями в рамках изучения процессов историко-социальных изменений и традиций. Искусствовед рассматривает категории как часть изучения художественного процесса. Педагогическая область включает подготовку профессионалов в своей области, знающих и владеющих основными категориями, поскольку понимание профессиональной лексики является одной из основных компетенций. Последующая разработка вопроса с учетом специфик различных дисциплин будет способствовать раскрытию новых аспектов обозначенных понятий.

Выводы

Образ архитектурного пространства представляет собой эстетическое образование, на котором, помимо художественного и конструктивного смыслов, выделяются также национальные, историко-культурные, идейные сведе-

ния о том или ином этапе развития общества на момент создания архитектурного сооружения. Образ архитектурного пространства может содержать в себе систему художественных образов и владеть конкретным художественным значением, но может быть и лишенным их в зависимости от замысла конструктора, который разрабатывал идею сооружения. Вся система архитектурных образов включена в семантическое пространство, а также в метакультурный фон конкретной страны либо нескольких стран, на территории которых расположено сооружение. Человек, сталкиваясь с образом архитектурного пространства, познает его на идейно-мыслительном уровне, а также на уровне чувственного восприятия.

Исследование выполнено за счет внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (проект № 65-VG)

The research was supported by an internal grant of the Herzen State Pedagogical University of Russia (Project No. 65-VG)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чапля Т.В. Архитектурное пространство – способ моделирования человеческого поведения // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. 2017. № 27. С. 64–77.
2. Назарова М.П. Социокультурный потенциал архитектурного пространства города // Экономические и гуманитарные исследования регионов. 2012. № 2. С. 138–143.
3. Бирюкова Е.Е. Облик архитектурного пространства в контексте выразительного бытия архитектурного пространства // Историческая и социально-образовательная мысль. 2015. Т. 7, № 6–2. С. 156–158.
4. Глазьев В.А. Образы пространства // Творческий процесс и художественное восприятие. М.: Познание, 2007. С. 23–31.
5. Иванов В.В., Топоров В.Н. Славянские языковые моделирующие семиотические системы. М.: Наука, 2015. 422 с.
6. Коротковский А.Э. Методологические основы системной теории архитектуры. М.: МАРХИ, 2007. 412 с.
7. Колейчук В.Ф. Зрительные образы пространства // Техническая эстетика: Труды ВНИИТЭ. Вып. 40: Пространство в формировании структуры и образа предметной среды. М., 1983. С. 57–62.
8. Конева Е.В. Образ города как коммуникативная знаковая структура-текст // Семиотика пространства. Екатеринбург: Архитектон, 2009. С. 413–429.
9. Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства. М.: Прометей, 2014. 438 с.
10. Забелышанский Г.Б., Минервин Г.Б., Раппопорт А.Г., Сомов Г.Ю. Архитектура и эмоциональный мир человека. М.: Стройиздат, 1985. 208 с.
11. Назарова М.П. Архитектурное пространство как социокультурный феномен: дис. ... д-ра фило-соф. наук, спец. 09.00.13 / Волгогр. гос. арх.-строит. ун-т. Волгоград, 2013. 320 с.
12. Габидулина С.Э. Психосемантика городской среды (объективные и субъективные факторы отношения горожан к элементам городского ландшафта) : дис. ... канд. психол. наук, спец. 19.00.01 / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. М., 1991. 214 с.
13. Горюнов В.С., Тубли М.П. Архитектура эпохи модерна: Концепции. Направления. Мастера. СПб.: Строй-сервис, 2014. 359 с.
14. Дридзе Т.М. Человек в городском пространстве: социально-коммуникативные механизмы и участие в формировании городской среды // Мир психологии и психология в мире. 2015. № 4. С. 20–26.
15. Бирюкова Е.Е. Архитектурный образ как выразитель сущности архитектурного пространства. (К вопросу рассмотрения содержания категории «архитектурный образ» в курсе «Объемно-пространственная композиция» специальности 2901 «Архитектура») / Владимир. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. Владимир, 2002 [Электронный ресурс]. URL: https://de.cdo.vlsu.ru/distantsionnoe_obuchenie/publikatsii/?eid=519 (дата обращения: 10.12.2024).
16. Бронштейн А. Дом культуры работников связи в Ленинграде // Архитектура СССР. М.: Жургазобъединение, 1936. № 9. С. 38–41.
17. Иконников А.В. Искусство, среда, время: Эстетическая организация городской среды. М.: Советский художник, 1985. 334 с.
18. Топоров В.Н. Пространство и текст // Текст: семантика и структура: сб. статей. М.: Наука, 1983. С. 227–284.
19. Иовлев В.И. Архитектурный хронотоп и знаковость // Семиотика пространства. Екатеринбург: Архитектон, 2009. С. 103–114.
20. Брунов Н.И. Памятники афинского акрополя. Парфенон и Эрехтейон. М.: Искусство, 1973. 220 с.
21. Седов В.В. Об антропоморфности древнерусских храмов // Вестник Московского университета. Сер. 8. История. 2020. № 3. С. 161–180.
22. Кассирер Э. Познание и действительность. СПб.: Шиповник, 2002. 214 с.
23. Липов А.Н. Экспериментальная эстетика и эстетика пространственных форм // Философские исследования. 2008. № 1. С. 202–229.
24. Чернышова Э.П., Бурьянов А.Ф. Трансляция общечеловеческого опыта архитектурными пространствами на примере Санкт-Петербурга // Жилищное строительство. 2023. № 8. С. 57–63. DOI 10.31659/0044-4472-2023-8-57-63.

REFERENCES

1. Chaplya T.V. Architectural space is a way of modeling human behavior. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Kul'turologiya i iskusstvovedenie* [Bulletin of Tomsk State University. Cultural Studies and Art Criticism], 2017, no 27, pp. 64–77. (in Russian)

2. Nazarova M.P. Sociocultural potential of the city's architectural space. *Ekonomicheskie i humanitarnye issledovaniya regionov* [Economic and humanitarian research of regions], 2012, no 2, pp. 138–143. (in Russian)

3. Biryukova E.E. The appearance of architectural space in the context of the expressive existence of architectural space. *Istoricheskaya i social'no-obrazovatel'naya mysl'* [Historical and socio-educational thought], 2015, vol. 7, no 6–2, pp. 156–158. (in Russian)

4. Glazychev V.L. Images of space. *Tvorcheskij process i hudozhestvennoe vospriyatie* [The creative process and artistic perception]. Moscow, Poznanie Publ., 2007, pp. 23–31. (in Russian)

5. Ivanov V. V., Toporov V. N. *Slavyanskije yazykovye modeliruyushchie semioticheskie sistemy* [Slavic language modeling semiotic systems]. Moscow, Nauka Publ., 2015. 422 p.

6. Korotkovskij A.E. *Metodologicheskie osnovy sistemoj teorii arhitektury* [Methodological foundations of the system theory of architecture]. Moscow, MARHI Publ., 2007. 412 p.

7. Kolejchuk V.F. Visual images of space. *Tekhnicheskaya estetika: Trudy VNIITE. Vypusk 40: Prostranstvo v formirovanii struktury i obraza predmetnoj sredy* [Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Technical Esthetics. Iss. 40: Space in the formation of the structure and image of the subject environment]. Moscow, 1983, pp. 57–62. (In Russian).

8. Koneva E.V. The image of the city as a communicative sign structure-text. *Semiotika prostranstva* [Semiotics of space]. Yekaterinburg, Arhitekton Publ., 2009, pp. 413–429. (in Russian)

9. Arnheim R. *Novye ocherki po psichologii iskusstva* [New Essays on the Psychology of Art]. Moscow, Prometej Publ., 2014. 438 p.

10. Zabel'shanskij G.B., Minervin G.B., Rappoport A.G., Somov G.Yu. *Arhitektura i emocional'nyj mir cheloveka* [Architecture and the emotional world of man]. Moscow, Strojizdat Publ., 1985. 208 p.

11. Nazarova M.P. *Arhitekturnoe prostranstvo kak sociokul'turnyj fenomen. Doct, Diss.* [Architectural space as a sociocultural phenomenon. Doct. Diss.]. Volgograd, Volgogr. state. arch. construction un-t, 2013. 320 p.

12. Gabidulina S.E. *Psichosemantika gorodskoj sredy (ob#ektivnye i sub#ektivnye faktory otnosheniya gorozhan k jelementam gorodskogo landshafta).* Cand. Diss. [Psychosemantics of the urban environment (objective and subjective factors of the attitude of citizens to the elements of the urban landscape). Cand. Diss.]. Moscow, Lomonosov Moscow State University, 1991. 214 p.

13. Goryunov B.C., Tubli M.P. *Arhitektura epohi moderna: Konceptii. Napravleniya. Mastera* [Architecture of the Art Nouveau era: Concepts. Directions. Masters]. Saint Petersburg, Stroj-servis Publ., 2014. 359 p.

14. Dridze T.M. Man in the urban space: social and communicative mechanisms and participation in the formation of the urban environment. *Mir psichologii i psichologiya v mire* [The world of psychology and psychology in the world], 2015, no 4, pp. 20–26. (in Russian)

15. Biryukova E.E. Architectural image as an expression of the essence of architectural space. (On the

issue of considering the content of the category «Architectural image» in the course «Volumetric-spatial composition» of specialty 2901 «Architecture»). Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Distance Learning Center. Available at: https://de.cdo.vlsu.ru/distantcionnoe_obuchenie/publikatsii/?eid=519 (accessed 10 December 2024).

16. Bronshtejn A. House of Culture of Communication Workers in Leningrad. *Arhitektura SSSR* [Architecture of the USSR]. Moscow, Zhurgazob"edinenie Publ., 1936, no. 9, pp. 38–41. (in Russian)

17. Ikonnikov A.V. *Iskusstvo, sreda, vremya: Esteticheskaya organizaciya gorodskoj sredy* [Art, Environment, Time: Aesthetic Organization of the Urban Environment]. Moscow, Sovetskij hudozhnik Publ., 1985. 334 p.

18. Toporov V.N. Space and Text. *Tekst: semantika i struktura: sb. statej* [Text: semantics and structure: Sat articles]. Moscow, Science, 1983, pp. 227–284. (In Russian).

19. Iovlev V.I. Architectural chronotope and symbolism. *Semiotika prostranstva* [Semiotics of space]. Yekaterinburg, Arhitekton Publ., 2009, pp. 103–114. (in Russian)

20. Brunov N.I. *Pamyatniki afinskogo akropolya. Parfenon i Erekhthejon* [Monuments of the Athenian Acropolis. Parthenon and Erechtheion]. Moscow, Iskusstvo Publ., 1973. 220 p.

21. Sedov V.V. On the anthropomorphism of ancient Russian temples. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 8. Istoriya* [Moscow University Bulletin. Series 8. History], 2020, no. 3, pp. 161–180. (in Russian)

22. Kassirer E. *Poznanie i dejstvoitel'nost'* [Cognition and reality]. Saint Petersburg, Shipovnik Publ., 2002. 214 p.

23. Lipov A.N. Experimental aesthetics and aesthetics of spatial forms. *Filosofskie issledovaniya* [Philosophical Research], 2008, no. 1, pp. 202–229. (in Russian)

24. Chernyshova E.P., Burjanov A.F. Translation of universal human experience by architectural spaces on the example of St. Petersburg. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction], 2023, no. 8, pp. 57–63. (in Russian)

Об авторах:

ЧЕРНЫШОВА Эльвира Петровна

кандидат философских наук, доцент,
доцент кафедры искусствovedения и педагогики
искусства

Российский государственный педагогический
университет им. А.И. Герцена
191186, Россия, г. Санкт-Петербург,
Набережная реки Мойки, 48
E-mail: ch-elvira@bk.ru

CHERNYSHOVA Elvira P.

PhD of Philosophy, Associate Professor,
Associate Professor of the Art History and Pedagogy
of Art Chair

Russian State Pedagogical University named after A.I.
Herzen
191186, Russia, St. Petersburg, Moika River emb., 48
E-mail: ch-elvira@bk.ru

ГИЛЬДИНА Татьяна Александровна

кандидат искусствovedения,
доцент кафедры искусствovedения и педагогики
искусства

Российский государственный педагогический
университет им. А.И. Герцена
191186, Россия, г. Санкт-Петербург,
Набережная реки Мойки, 48
E-mail: felmantanya@gmail.com

GILDINA Tatyana Al.

PhD of Art History,
Associate Professor of the Art History and Pedagogy
of Art Chair

Russian State Pedagogical University named
after A.I. Herzen
191186, Russia, St. Petersburg, Moika River emb., 48
E-mail: felmantanya@gmail.com

РАДИОНОВ Тимур Валерьевич

кандидат архитектуры, доцент, заведующий кафедрой
архитектурного проектирования и дизайна
архитектурной среды

Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры
286123, Россия, г. Макеевка, ул. Державина, 2
E-mail: timur.radionov@mail.ru

RADIONOV Timur V.

PhD of Architecture, Associate Professor, Head
of the Architectural Design and Architectural
Environment Design Chair

Donbass National Academy of Construction
and Architecture
286123, Russia, Makeevka, Derzhavina st., 2
E-mail: timur.radionov@mail.ru

Для цитирования: Чернышова Э.П., Гильдина Т.А., Радионов Т.В. К вопросу изучения категории образа архитектурного пространства // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 141–149. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.17.

For citation: Chernyshova E.P., Gildina T.A., Radionov T.V. To the issue of studying the category of image of architectural space. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 141–149. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.17.

Принята: 10.05.2025 г.



**А. В. АНТЮФЕЕВ
О. А. ШАРОНОВА**

АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАМПУСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДАХ РОССИИ

ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING FEATURES
OF THE FORMATION OF CAMPUSES IN MODERN RUSSIAN CITIES

Рассматриваются архитектурно-градостроительные особенности формирования кампусов в современных городах России. Проанализированы основные тенденции и подходы к проектированию и строительству кампусов, а также их влияние на развитие городской среды. Особое внимание уделяется вопросам интеграции кампусов в существующую городскую инфраструктуру, созданию комфортной и безопасной среды для студентов и преподавателей. В статье представлен социологический опрос профессорско-преподавательского состава, проведенный авторами в отечественных вузах. Результаты опроса помогут проанализировать существующее представление об университетах страны и сделать выводы для дальнейшего исследования.

The article examines the architectural and urban planning features of the formation of campuses in modern Russian cities. The authors analyze the main trends and approaches to the design and construction of campuses, as well as their impact on the development of the urban environment. Special attention is paid to the issues of integrating campuses into the existing urban infrastructure, creating a comfortable and safe environment for students and teachers. The article presents a sociological survey of the teaching staff, which was conducted by the authors in Russian universities. The survey results will help to analyze the existing understanding of the country's universities and draw conclusions for further research.

Ключевые слова: градостроительство, архитектура, университетский кампус, университет, типология, опрос

Keywords: urban planning, architecture, university campus, university, typology, survey

Введение

В условиях современной России особую значимость приобретает задача создания и развития университетских кампусов. Это обусловлено двумя аспектами: во-первых, необходимостью обеспечения высокого уровня образования и научных исследований, во-вторых, потребностью в создании комфортных условий для студентов и преподавателей. На сегодняшний день создание новых кампусов представляет собой стратегически важное направление развития образовательной, научной и иннова-

ционной инфраструктуры. Кампусы, объединяющие на своей территории образовательные, научные и инновационные учреждения, становятся центрами концентрации интеллектуального потенциала и генерации новых знаний и технологий, обеспечивая доступ к новейшим образовательным технологиям, научным лабораториям и исследовательским центрам, что способствует повышению качества образования и научных исследований [1, 2]. Новые кампусы способствуют привлечению талантливых студентов и учёных, создавая для них комфортные условия для жизни и работы.

При этом кампусы становятся центрами притяжения инвестиций, способствуя экономическому развитию регионов, международному сотрудничеству и обмену опытом, привлекая иностранных студентов, преподавателей и исследователей [3, 4].

На сегодняшний день, при реализации проекта «Создание сети университетских кампусов», уже построены кампусы: в Москве МГТУ им. Баумана, в Уфе корпус IQ-парк Межвузовского студенческого кампуса Евразийского НОЦ, в Новосибирском академгородке введен в эксплуатацию комплекс общежитий, учебный корпус, корпус потоковых аудиторий и досуговый центр [5], в Калининграде открыто два новых корпуса неокампуса «Кантиана» [6]. По словам министра науки и высшего образования В.Н. Фалькова, к 2026 году будет реализовано 8 университетских кампусов, а к 2036 году в стране должно быть построено не менее 40 кампусов [7].

Интеграция современных кампусов, выступающих в роли катализаторов экономического развития, путём слияния исследовательской и образовательной деятельности оказывает влияние на разработку актуальных и действенных градостроительных концепций, и тем самым создаётся конкуренция существующим вузам [8]. В то же время важно учитывать влияние местоположения кампуса на городскую среду, поскольку от этого зависит, насколько успешно данные стратегии смогут удовлетворить общественные и государственные потребности в развитии инфраструктуры города и повышении уровня жизни населения.

Современная классификация размещения кампусов

В настоящее время в контексте изучения современных мегаполисов выделяют несколько подходов к размещению кампусов: периферийный, локализованный и интегрированный (рис. 1) [9].

Каждый из этих подходов к размещению кампусов имеет свои преимущества и недостатки, которые проявляются в зависимости от специфических условий и целей развития образовательной и научной инфраструктуры в каждом конкретном городе России. Не существует универсального решения, которое было бы оптимальным для всех случаев. В некоторых ситуациях периферийный тип размещения может быть единственным возможным вариантом для создания межвузовского кампуса, который будет соответствовать поставленным задачам. Выбор подхода к размещению кампуса зависит от конкретных условий и целей развития образовательной и научной инфраструктуры в городе [9].

Рассмотрим детально каждый тип размещения и приведем примеры отечественного опыта по каждому из них.

Периферийный подход предполагает размещение кампуса на территории с низкой плотностью застройки, часто на окраине города или за его пределами. Это позволяет создать пространство для образовательных и научных учреждений, не нарушая существующую городскую структуру, и интегрировать технопарк с возможностью дальнейшего роста и развития. При этом формируется чётко выделенная и обособленная территория с защищённым пространством, которая может иметь единый архитектурно-градостроительный облик с высоким качеством ландшафтной среды [8]. Однако такое размещение обладает рядом недостатков: отсутствие общей инфраструктуры с городом может отразиться в слабой синергии с местными жителями и рынком услуг; высокие издержки на строительство; зависимость от транспортной системы [9]. Например, межвузовский кампус Дальневосточного федерального университета, основанный на о. Русский, объединил четыре ведущих вуза и вмещает в себя 23 тыс. студентов (рис. 2). Такое слияние вузов на острове позволяет образовывать меж-



Рис. 1. Типы размещения кампусов

Fig. 1. Types of campus placement



Рис. 2. Дальневосточный федеральный университет. (Периферийный тип размещения)
Fig. 2. Far Eastern Federal University. (Peripheral type of accommodation)

дисциплинарные связи при реализации технологически важных продуктов. Размещение подобного кампуса в условиях сложного рельефа Владивостока представляло бы сложную задачу. При этом необходимо отметить недостаток, который отмечают жители города: «отчуждение» кампуса привело к увеличению «возраста» населения. Фактически социально-активный слой населения исключен из жизни центра Владивостока [10].

Локализованный подход подразумевает создание единой территории внутри города, на которой размещаются все необходимые университетские здания, и отличается некоторыми преимуществами, например единой концепцией (в том числе архитектурно-планировочной), сокращением времени перемещения (все находится в одном месте) и хорошим взаимодействием между вузом и технопарком для достижения потенциальных результатов. Однако такой тип сложно разместить в городе ввиду дефицита территорий и невозможности развития в своих границах [9]. Примером такого типа размещения стал кампус Новосибирского государственного университета (НГУ) в академгородке, который позволяет развиваться внутри собственных границ (рис. 3). Преимуществом в данном случае выступает улучшение существующей инфраструктуры вуза, создание новых пронизываемых пространств и возможность использования рекреационного потенциала. Фактически кампус перезапустит потенциал академгородка и станет очагом его развития.

Интегрированный тип размещения кампуса в городской среде представляет собой наиболее предпочтительный вариант с точки зрения обеспечения экономического и социального благополучия города. Данный подход предполагает

распределение кампуса по территории города таким образом, чтобы его отдельные объекты инфраструктуры находились в непосредственной близости друг от друга [9]. Это способствует формированию открытого и доступного городского пространства, которое, в свою очередь, способствует обмену идеями и опытом между университетом и городским сообществом. Формат распределения кампуса по городу в шаговой доступности обеспечивает синергию между различными группами пользователей (студентами и преподавателями, бизнес-сообществом и местными жителями), что приводит к усилению взаимодействия и сотрудничества между ними. Однако ряд недостатков затрудняет реализацию такого типа: сложность процедуры поиска и получения зданий на определенной территории, сложность в перераспределении факультетов по зданиям, трудности с расширением вуза [11]. Примером успешного интегрированного размещения кампуса может служить новый кампус МГТУ им. Баумана, который удачно расположен рядом с основным корпусом вуза и становится доступным для всех пользователей (рис. 4).

В уже реализованном кампусе МГТУ им. Баумана по инициативе Министерства науки и высшего образования Российской Федерации эксперты Аналитического центра НАФИ и МФТИ провели социологическое исследование мнения студентов, преподавателей и горожан, проживающих рядом с новыми зданиями. По оценке опрошенных студентов и преподавателей, помимо положительных оценок архитектурно-планировочной составляющей кампуса, отмечено недостаточное озеленение территории вокруг кампуса. «Большинству москвичей, живущих недалеко от новых зданий



Рис. 3. Новосибирский государственный университет. Мастер-план разработан КБ Стрелка.
(Локализованный тип размещения)

Fig. 3. Novosibirsk State University. Master plan developed by Strelka Design Bureau.
(Localized type of placement)

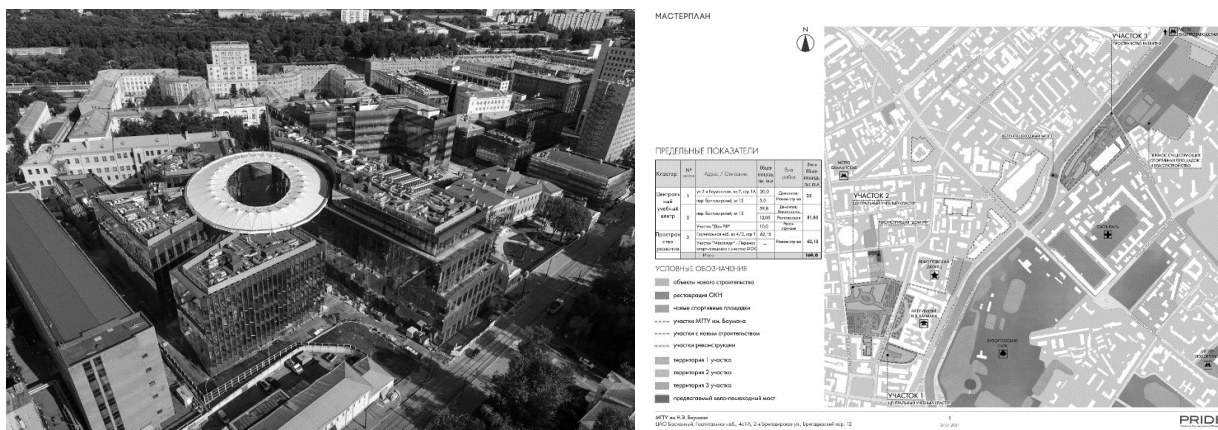


Рис. 4. МГТУ им. Баумана. Разработан ТПО «Pride» совместно с главным архитектором Москвы Сергеем Кузнецовым. (Интегрированный тип размещения)

Fig. 4. Bauman Moscow State Technical University. Designed by TPO "Pride" together with the chief architect of the city of Moscow Sergey Kuznetsov. (Integrated type of accommodation)

(94 %), понравилась территория. Более половины (52 %) тех, кто прогуливается рядом с кампусом МГТУ им. Н.Э. Баумана, считают достаточным количество зеленых и прогулочных зон. 85 % опрошенных нравится внешний вид корпусов, а 69 % полагают, что они улучшают общий вид района. Также 56 % опрошенных отметили положительные изменения в своем районе с появлением новых корпусов университета» [12].

Исходя из понимания задач перед кампусом, можно определить подходящий тип размещения в городском или за ним простран-

стве, с учётом возможностей реализации. При этом важно понимать, что, отдаляя кампус на периферию от существующих вузов, создается дисбаланс в коммуникативном, логистическом и бюджетном сегментах [13, 14]. Строительство новых кампусов создает конкуренцию существующим вузам по качеству и комфорту среды. «Кампус должен обеспечивать плотность и интенсивность коммуникаций, качество пространства (открытость городу, современность, удобство, толерантность, безопасность), гибкость, способность перестраивать и экспериментировать, разнообразие неакадемических

функций (в том числе и для горожан), эффективную и управленческую модель (управление по принципам бизнеса с включением бизнес-составляющей в стратегию кампуса)» [11]. Потому интегрированный тип на сегодняшний день является преимущественным, исходя из современных трендов [15].

Социологический опрос

Авторами статьи был проведен опрос профессорско-преподавательского состава, в котором выявляли существующее инфраструктурное положение вузов и оценку внедрения кампуса в регион. В опросе участвовали 198 респондентов из вузов городов России: Томска, Волгограда, Ростова-на-Дону, Астрахани, Воронежа и Саратова.

Результаты опроса показали, насколько важно внедрение кампуса в городскую среду: 143 (72,2 %) респондента ответили, что кампус должен располагаться в городской среде, 22 (11,1 %) – располагаться на периферии,

7 (3,5 %) – располагаться за городом, 26 (13,2 %) – затрудняются с ответом.

Отмечено, что недостаточен набор базовых узконаправленных функций для студентов и преподавателей: наличие культурно-досуговой, туристической и рекреационной инфраструктуры даст больше возможностей для разнообразного отдыха. Преподаватели подчеркивают, что на территории университетов мало пространств для неформального общения и самостоятельной групповой работы студентов. Также респонденты отметили, что территорию кампуса необходимо обеспечить многоуровневым паркингом, вместо открытых стоянок автомобилей, и велоинфраструктурой (рис. 5). 62,6 % респондентов не испытывают трудности с дистанционным обучением, указывая на то, что система дистанционного обучения в целом работает эффективно и доступна для большинства пользователей (рис. 6).

Результаты ответа на вопрос о желании проживать рядом с вузом в специализирован-

С какими тезисами Вы согласны?

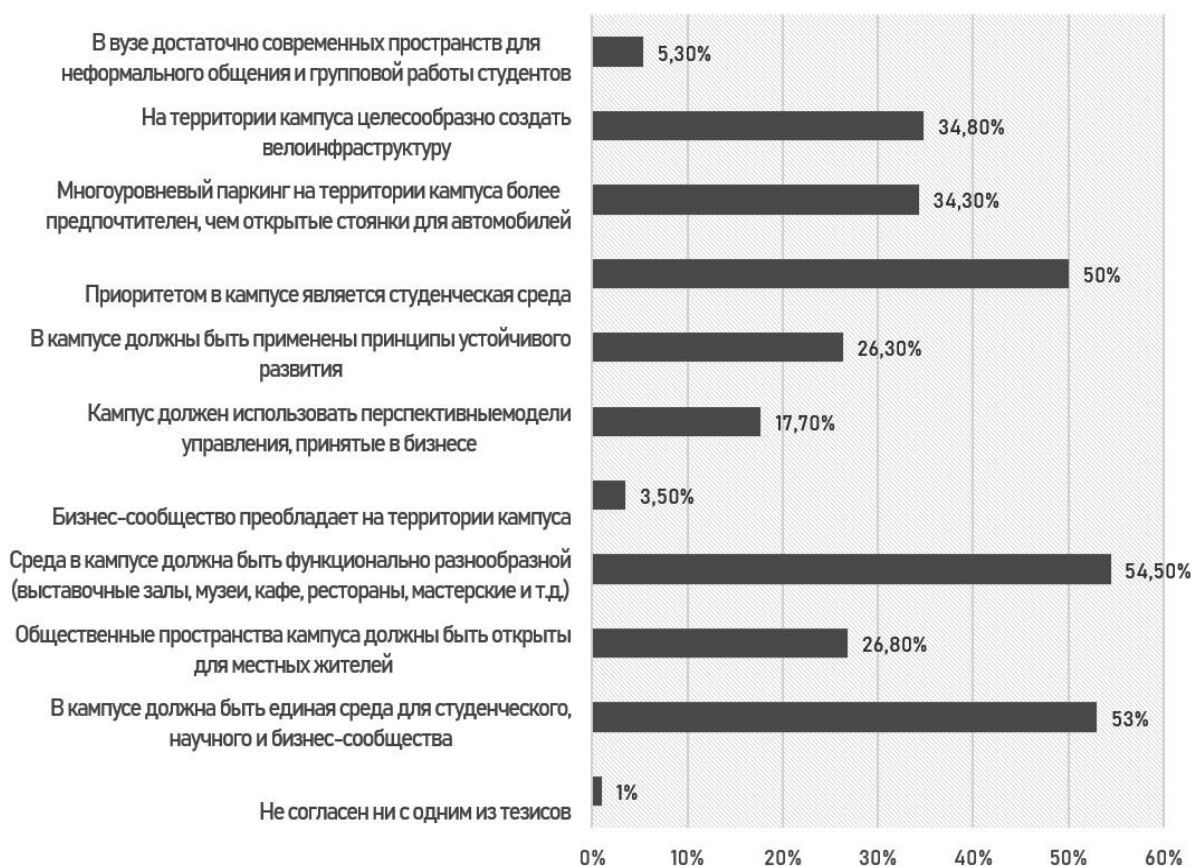


Рис. 5 Диаграмма ответов на тезисы
Fig. 5. Diagram of responses to theses

Испытываете ли Вы трудности с дистанционным обучением?

- Технические сложности
- Низкий уровень владения компьютером
- Непроработанность методов и программ онлайн-обучения
- Неэффективное взаимодействие с учащимися
- Не испытываю

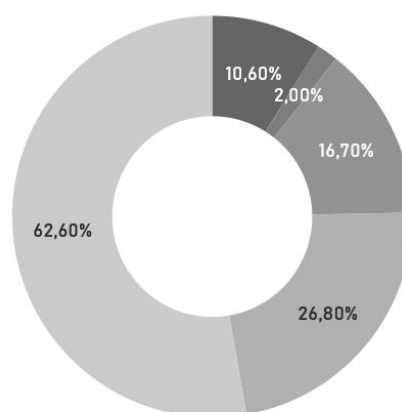


Рис. 6. Диаграмма ответа о дистанционном обучении
Fig. 6. Distance learning response chart

ной жилой застройке для профессорско-преподавательского состава показывают, что большинство респондентов (47,5 %) выразили положительное отношение к этой идее. Это может свидетельствовать о привлекательности такого предложения для преподавателей и их интересе к созданию комфортной среды проживания вблизи места работы. Однако стоит отметить, что значительная часть опрошенных (27,8 %) не проявили желания проживать в такой застройке. Этот результат может указывать на наличие определённых факторов, которые делают проживание на территории кампуса менее привлекательным для части респондентов. Возможно, это связано с личными предпочтениями, финансовыми возможностями, другими обстоятельствами. Кроме того, 24,7 % опрошенных затруднились ответить на вопрос. Это говорит о том, что некоторые респонденты не смогли сразу определить своё отношение к предложенной идее или же им требуется больше информации для принятия решения.

Также выделяются существующие проблемы. *Общественное питание* устраивает только 12,1 % респондентов. То есть качество услуг общественного питания не удовлетворяет 87,9 % респондентов. Поэтому стоит обратить внимание на необходимость развития инфраструктуры общественного питания в вузе. Важным аспектом является *безопасная среда* вуза, которая как положительная отразилась только у 36,9 % респондентов. Создание безопасной среды способствует формированию чувства защищённости и уверенности среди студентов и сотрудников, что является необходимым условием для эффективного обучения и работы. Также стоит обратить внимание на обеспечение *безбарьерной среды* на территории, которую положительно

отметили только 9,1 % опрошенных. Это подчёркивает важность создания условий, которые будут доступны для людей с ограниченными возможностями здоровья, включая установку пандусов, лифтов и специальных парковочных мест. Обеспечение безбарьерной среды способствует созданию инклюзивного общества, где каждый человек имеет равные возможности для участия в жизни кампуса и реализации своего потенциала. Низкий уровень удовлетворённости качеством услуг общественного питания, недостаточная сформированность безопасной среды и ограниченный доступ к безбарьерной среде на территории вуза говорят о том, что необходимо провести комплексную оценку текущей ситуации и разработать стратегию улучшения условий жизни и обучения для всех категорий населения (рис. 7).

Потребность в профессиональном исследовательском оборудовании испытывают 59,5 % респондентов. Это может указывать на то, что преподаватели и студенты активно вовлечены в исследовательскую деятельность и нуждаются в современных технических средствах для её осуществления.

Анализ ответов на вопрос о времени, затрачиваемом на дорогу до вуза, говорит о том, что для большинства опрошенных (65,7 % – 130 респондентов) дорога занимает не более 30 мин. Это позволяет сделать вывод о том, что вузы расположены в непосредственной доступности для большинства преподавателей. Однако почти четверть респондентов (24,7 % + 9,6 %) тратят на дорогу более получаса, а 9,6 % – даже свыше часа. Эти результаты могут указывать на наличие проблем с транспортной доступностью или на то, что некоторые участники опроса предпочитают использовать личный транспорт.

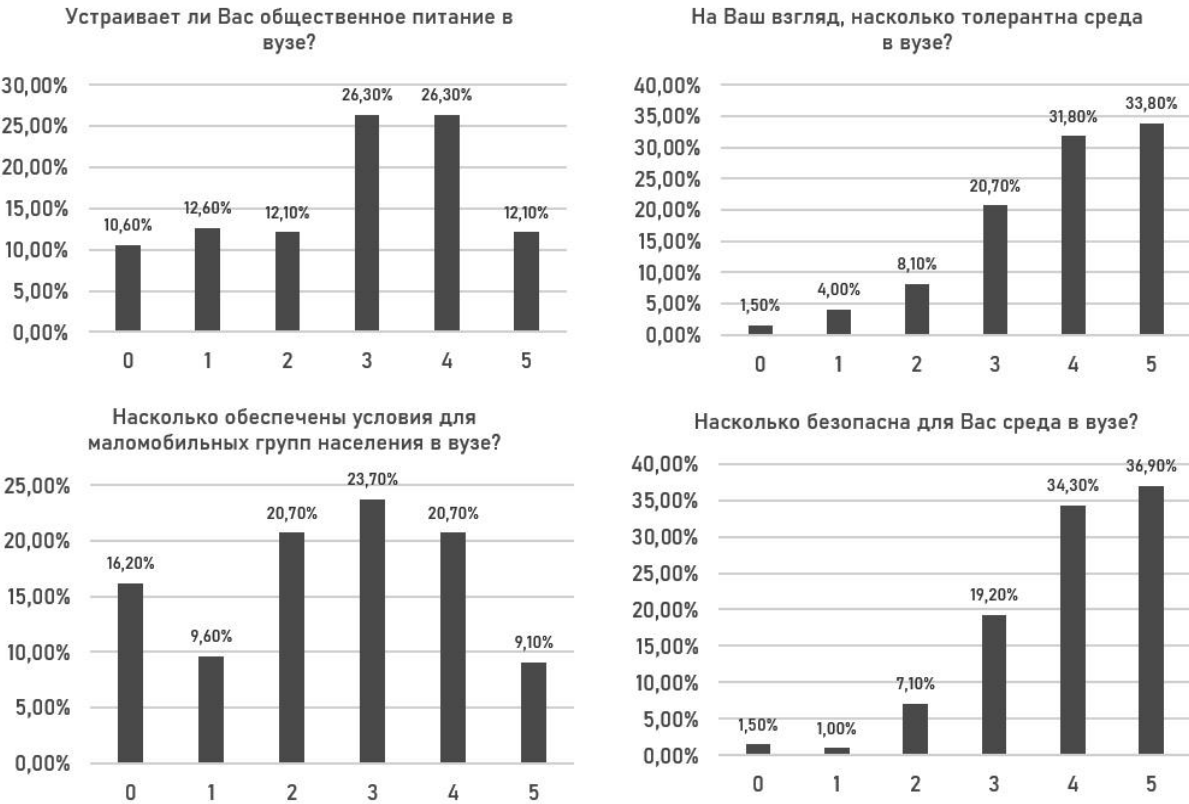


Рис. 7. Диаграммы ответов об общественном питании и безопасности на территории вуза по шкале от 0 до 5 (где 0 – не устраивает, а 5 – полностью устраивает)

Fig. 7. Diagrams of responses about public catering and safety on the territory of the university on a scale from 0 to 5 (where 0 means not satisfied, and 5 means completely satisfied)

Вывод

Исходя из проведённого исследования, можно сделать вывод, что следует акцентировать усилия не на создании отдельного кампуса в регионе, а заниматься развитием существующих вузов. Обновление инфраструктуры позволит сократить строительный объем, сохранив при этом синергию с городом. Локальный или интегрированный тип размещения кампуса определяется данным подходом. Однако между ними есть разница в плотности формирования университетской среды. Если локальный тип формируется только в своих границах, то интегрированный может быть распределен в городской структуре, где главный образовательный корпус может быть отдален от общежитий и другой инфраструктуры. Настоящее исследование может способствовать созданию в будущем более адаптивных и эргономичных проектов кампусов, которые можно будет интегрировать в структуру уже функционирующих высших учебных заведений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов В.В., Лукина А. В., Малова Д. В., Принципы и механизмы стратегии устойчивого развития вуза // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2017. № 1 (91). С. 56–64.

2. Жоголева А.В., Терягова А.Н., Франк Е.В. Межвузовский студенческий квартал в Самаре как основа формирования инновационно-исследовательского потенциала региона // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 2. С. 172–180. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.23.

3. Создание сети современных университетских кампусов [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/nauka-i-university/kampusy> (дата обращения: 12.04.2024).

4. 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.

5. Стандарт инновационной образовательной среды (кампус). М.: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 2024. 48 с.

6. В Калининграде официально открыли два первых корпуса нового кампуса БФУ [Электронный ресурс]. URL: <https://прокампус.рф/news/view?id=1949> (дата обращения: 09.01.2025).
7. Фальков: восемь кампусов мирового уровня построят в России до 2026 года [Электронный ресурс]. URL: <https://прокампус.рф/news/view?id=1940> (дата обращения: 09.01.2025).
8. Пучков М.В. Опыт пространственной организации современных университетских комплексов // Университетское управление: практика и анализ. 2011. Т. 25, № 2. С. 30–39.
9. Университетские кампусы и город: кооперации ради конкурентоспособности // НО Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР). М.: ЦСР, 2021. 68 с.
10. Шаронова О. А., Антюфеев А. В. Формирование энергоэффективного квартала университетского кампуса в рамках реконструкции депрессивной производственной территории металлургического комбината «Красный Октябрь» в Волгограде // Социология города. 2024. № 4. С. 36–53.
11. Будущее территорий: новые вызовы и инструменты развития / К.Р. Ахтиярова, А.Н. Береговских, А.А. Борисова, И.И. Виноградов, М.В. Гостев, М.С. Ерохина, Е.В. Климович, Е.П. Коновалова, Н.А. Костко, Д.А. Красиков, Л.А. Купершмидт, Г.А. Лапин, Э. Марк-Варт, Д.М. Наринский, И.Ф. Печеркина, А.А. Попкова, Д.П. Соснин, С.В. Толордава, А.Ю. Трубецкая, Н.А. Трунова, Э.К. Трутнев, Н.А. Чагина, О.А. Чудинова. М.: Издательский дом «Дело» РАН-ХиГС, 2022. 334 с.
12. Студенты и преподаватели оценили новые кампусы в Уфе и Москве [Электронный ресурс]. URL: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka-i-obrazovanie/92757/?sphrase_id=8334790 (дата обращения: 09.01.2025).
13. Davison L., Ahern A., Hine J. Travel, transport and energy implications of universityrelated student travel: a case study approach. Transportation Research. Part D: Transport and Environment. 2015. V. 38. pp. 27–40. DOI: 10.1016/j.trd.2015.04.028.
14. Mouronte-López M. L., López A. Commuting to College: An Analysis of a Suburban Campus on the Outskirts of Madrid. Hindawi Journal of Advanced Transportation. 2023. V. 2023. DOI: 10.1155/2023/1868826.
15. Harris-Huermert S. Concepts of campus design and estate management: case studies from the United Kingdom and Switzerland. Beiträge zur Hochschulforschung. 2019. N. 1. pp. 24–41.
16. Forming Innovative Research Potential of the region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 172–180. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.23
17. Building a network of modern university campuses. Available at: <https://xn--80aapampemcchmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/nauka-i-university/kampusy> (accessed 12 April 2024).
18. Popov A.V., Tutyskhin 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
19. Standard innovacionnoj obrazovatel'noj sredy (kampus) [Innovative Educational Environment Standard (Campus)]. Moscow, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, 2024. 48 p.
20. The first two buildings of the new BFU campus were officially opened in Kaliningrad. Available at: <https://прокампус.рф/news/view?id=1949> (accessed 09 January 2025).
21. Falkov: eight world-class campuses will be built in Russia until 2026. Available at: <https://прокампус.рф/news/view?id=1940> (accessed 09 January 2025).
22. Puchkov M.V. Experience of spatial organization of modern university complexes. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University Governance: Practice and Analysis], 2011, vol. 25, no. 2, pp. 30–39. (in Russian)
23. University campuses and the city: cooperation for the sake of competitiveness. *NO Fond «Centr strategicheskikh razrabotok»* (CSR) [BUT Foundation “Center for Strategic Research” (CSR)]. Moscow, CSR, 2021, 68 p. (in Russian)
24. Sharonova O. A., Antyufeyev A. V. Formation of an energy-efficient quarter of the university campus as part of the reconstruction of the depressed production area of the Krasny Oktyabr metallurgical plant in Volgograd. *Sociologiya goroda* [Sociology of the City], 2024, no. 4, pp. 36–53. (in Russian)
25. Akhtiyarova K.R., Beregovskikh A.N., Borisova A.A., Vinogradov I.I., Gostev M.V., Erokhina M.S., Klimkovich E.V., Konovalova E.P., Kostko N.A., Krasikov D.A., Kupershmids L.A., Lapin G.A., Mark-Wart E., Narinsky D.M., Pecherkin I.F., Popkova A.A., Sosnin D.P., Tolordava S.V., Trubetskaya A.Yu., Trunova N.A., Trutnev E.K., Chagina N.A., Chudinova O.A. *Budushhee territorij: novye vyzovy i instrumenty razvitiya* [The future of territories: new challenges and development tools]. Moscow, Publishing house “Delo” RANEPa, 2022. 334 p.
26. Students and teachers appreciated the new campuses in Ufa and Moscow. Available at: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka-i-obrazovanie/92757/?sphrase_id=8334790 (accessed 09 January 2025).
27. Davison L., Ahern A., Hine J. Travel, transport and energy implications of universityrelated student travel: a case study approach. Transportation Research. Part D: Transport and Environment. 2015. V. 38. pp. 27–40. DOI: 10.1016/j.trd.2015.04.028

REFERENCES

1. Kuznetsov V.V., Lukina A.V., Malova D.V., Principles and mechanisms of the sustainable development strategy of the university. *Vestnik RJeA im. G. V. Plehanova* [Plekhanov REA Bulletin], 2017, no. 1(91), pp. 56–64. (in Russian)
2. Zhogoleva A.V., Teryagova A.N., Frank E.V. Interuniversity Student Quarter in Samara as a Basis for

14. Mouronte-L'opez M. L., L'opez A. Commuting to College: An Analysis of a Suburban Campus on the Outskirts of Madrid. *Hindawi Journal of Advanced Transportation*. 2023. V. 2023. DOI: 10.1155/2023/1868826

15. Harris-Huermert S. Concepts of campus design and estate management: case studies from the United Kingdom and Switzerland. *Beiträge zur Hochschulforschung*. 2019. N. 1. pp. 24–41.

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
ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: antyufeev_a@mail.ru

ШАРОНОВА Олеся Александровна

аспирант, ассистент кафедры урбанистики
и теории архитектуры
Волгоградский государственный технический
университет
400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28
E-mail: lesya4991@yandex.ru

ANTYUFEEV Alexey V.

PhD of Architecture, Professor, Head of the Urban
Studies and Theory of Architecture Chair,
Academician of RAASN
Volgograd State Technical University
400005, Russia, Volgograd, Lenin av., 28
Leading Researcher, FSBI TsNIIP of the Ministry
of Construction of Russia
119331, Russia, Moscow, pr. Vernadsky, 29
E-mail: antyufeev_a@mail.ru

SHARONOVA Olesya Al.

Post-graduate Student, Assistant of the Urban Studies
and Theory of Architecture Chair
Volgograd State Technical University
400005, Russia, Volgograd, Lenin av., 28
E-mail: lesya4991@yandex.ru

Для цитирования: Антюфеев А.В., Шаронова О.А. Архитектурно-градостроительные особенности формирования кампусов в современных городах России // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 150–158. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.18.

For citation: Antyufeev A.V., Sharonova O.A. Architectural and Urban Planning features of the formation of Campuses in modern Russian cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 150–158. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.18.

Принята: 03.06.2025 г.

Н. В. БАКАЕВА
И. В. ЧЕРНЯЕВА
А. А. КОРМИНА
А. А. СТАРКОВА

ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И КОНЦЕПЦИЯ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОГО ГОРОДА В ПРОБЛЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

THE EVOLUTION OF HUMAN ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS
AND THE CONCEPT OF A BIOSPHERICALLY COMPATIBLE CITY
IN THE ISSUE OF SAFETY AND COMFORT
URBAN ENVIRONMENT

Описаны исторические этапы экологизации сознания и глобальные вызовы как источник проблем развития человека в городской среде. Рассматриваются новые научные проблемы, связанные с территориально-пространственным формированием и обоснованием функционально сбалансированной, комфортной и безопасной городской среды с учётом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных и эстетических потребностей общества. Приводятся методы и подходы к междисциплинарным исследованиям в области безопасной и комфортной городской среды. Проведённые научные исследования и анализ принципов преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека подтверждают примеры количественной оценки динамики уровня человеческого потенциала на урбанизированных территориях. Предложенные концептуальные принципы могут быть положены в развитие проектной методологии при осуществлении градостроительной деятельности, базирующейся на показателях развития человеческого потенциала и тройственного баланса биотехносферы.

Ключевые слова: биосферная совместимость, тройственный баланс биотехносферы, экологизация сознания, безопасность, комфортность, городская среда

История экологизации сознания и глобальные вызовы как источник проблем развития человека в городской среде

Стратегические задачи развития страны в области комфортной и безопасной городской среды, поставленные Президентом РФ в Указе от 07 мая 2024 года № 309 «О национальных целях и стратегических задачах развития Рос-

The article examines the historical stages of the greening of consciousness and global challenges as a source of human development problems in the urban environment. New scientific problems related to the spatial formation and justification of a functionally balanced, comfortable and safe urban environment are considered, taking into account the interaction of man and nature, man and technology, social and aesthetic needs of society. Methods and approaches to interdisciplinary research in the field of a safe and comfortable urban environment are presented. The conducted scientific research and analysis of the principles of urban transformation into biospherically compatible and human-developing cities confirm the examples of quantitative assessment of the dynamics of human potential in urbanized territories. The proposed conceptual principles can be used in the development of design methodology in the implementation of urban planning activities based on indicators of human development and the triple balance of the biotechnosphere.

Keywords: biosphere compatibility, triple balance of biotechnosphere, greening of consciousness, safety, comfort, urban environment

сийской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», обусловлены, в том числе, и глобальными вызовами, среди которых весомыми по своим последствиям являются: экологические проблемы, экономический кризис, не прекращающиеся военные конфликты и проблемы неравенства [1]. Глобальным вызовом, с которым столкнулось человечество на рубеже XX столетия, является превышение

допустимого потребления природных ресурсов и максимально возможных внешних нагрузок на биосферу и окружающую среду, так называемых пределов роста [2]. В работах группы исследователей под руководством Д. Медоуза: «Пределы роста» (1972 г. Доклад Римскому клубу), «За пределами роста» (1992), «Пределы роста: 30 лет спустя» (2002) эта проблема обозначена чрезвычайно остро. Авторы пришли к **выводу**, что «сохранение текущих темпов прироста населения, развития промышленности, загрязнения окружающей среды, производства продовольствия и истощения природных ресурсов приведет к тому, что в ближайшие сто лет мир подойдет к пределам роста. Это повлечет за собой внезапный и нерегулируемый спад численности населения и резкое сокращение объемов производства» [3].

Сегодня особенно опасны так называемые «завиравальные» идеи, о которых начинают поговаривать в научных кругах: это размещение отходов в Космосе и закачка их в недра Земли. Такие идеи могут привести к запуску цепной реакции, которая сделает данные процессы неконтролируемыми. У этой проблемы нет решения в будущем.

Практически все достижения цивилизации оказывали негативное воздействие на Биосферу, обращившись против самого человечества. Темпы деградации окружающей среды в наши дни достигают критических значений, и последствия этого процесса ощущаются многими поколениями. Современная цивилизационная модель, по сути, является деструктивной и неизбежно ведёт к самоуничтожению. Основой для позитивного взаимодействия с Природой служит экологическое сознание, представляющее собой систему знаний об экологических взаимосвязях между человеком и Природой, а также внутри самой Природы. Именно оно определяет бережное отношение к Природе как к источнику жизни.

Эволюция экологизации сознания человека и изучение им проблем экологического кризиса охватывает почти вековой период, однако понимание того, что экологический кризис в значительной степени является мировоззренческим и философско-идеологическим этапом развития, пришло лишь в конце 1970-х годов. Понимание растущих человеческих угроз побудило большое количество ученых мира объединить свои усилия для исследования глобальных проблем и поиска путей их решения. Вопросу экологизации сознания стало уделяться повышенное внимание в мировой и отечественной фундаментальной науке. Обратимся к истории вопроса.

Впервые термин «биосфера» для обозначения места на поверхности земли, где суще-

ствует жизнь, ввёл Эдуард Зюсс. Считается, что понятие «ноосфера» предложено французским математиком и философом Эдуардом Леруа. Концепцию А. Бергсона о важности интеллекта в создании новой среды обитания на основе принципов разума продолжили в своих работах В.И. Вернадский [4] и Пьер де Шарден [5].

Во второй половине XX века научная мысль акцентирует внимание на проблемах, связанных с загрязнением окружающей среды, климатическими изменениями и риском для биоразнообразия, вызванными деятельностью человека разумного. На развитие современного научного мировоззрения, создание стратегий по преодолению глобального экологического кризиса и экологизации сознания были и остаются направлены работы Э.В. Гирусова, Л.В. Фесенковой, Н.А. Агаджаняна, Т.Г. Григорьяна, В.И. Данилова-Данильяна, В.В. Казначеева, Р.С. Карпинской, В.А. Кобылянского, И.К. Лисеева, Н.Н. Моисеева, Ю.В. Олейникова, Ю.К. Плетникова, И.А. Козикова, Ю.П. Трусова, А.Д. Урсула, Е.Т. Фаддеева, В.В. Мантатова, Г.Ф. Хильми, О.Н. Дрейера, Ф.Т. Яншиной и др.

В современной градостроительной науке вопросами экологического обустройства, реконструкции и оптимизации городской среды, экологической устойчивости городских территорий, подходами к эколого-ландшафтному проектированию и принципами формирования динамически устойчивых пространственных систем городов занимались: В.В. Владимиров, А.Н. Теттор, В.А. Нефедов, Н.Ф. Реймерс, О.Ю. Тарасова, А.В. Ларина, И.Н. Етеревская, И.М. Георгица, С.Б. Чистякова, О.Н. Яницкий и др.

Глобальные проблемы, и в итоге общепланетарный масштаб противоречий, которые затрагивают само существование современной цивилизации, выдвинули идею перехода к постиндустриальному обществу, построенному **на преобладании информации и компьютерных технологий** как способа производства, общественной организации и культуры. Характерно, что в конце XX – начале XXI века основу развития общества заложил человеческий капитал с акцентом на интеграцию экономики с экологическими подходами и градостроительными ограничениями [6]. Тем не менее становится очевидным, что простой запрет на ведение экономической деятельности на территориях в ущерб природной среде и последующие меры по ликвидации нанесённого ущерба не приносят должного положительного эффекта, а скорее, по многим причинам, носят обратный эффект – отрицательный.

В связи с этим мировое и российское научное сообщество в последние десятилетия активно занимается исследованиями, направ-

ленными на разработку методов устойчивого развития городов и создание основ для гармоничного сосуществования человека и окружающей природы. Разработку действий по внедрению данных принципов логичнее всего начать с городов, так как именно в них сосредоточена основная часть населения Земли (в России – 76 %), и именно города генерируют львиную долю загрязнений, рискуя превратиться из очагов цивилизации в ее разрушителей. Без рассмотрения экологических вопросов невозможно выбрать наиболее эффективный вариант планировочных решений, обосновать параметры размещения объектов на городской территории. Кроме того, для целей комфортной и безопасной среды жизнедеятельности необходимо учитывать закономерности взаимозависимости социальных процессов и функционирования различных городских структур. Если этого не происходит, то возникают объективные противоречия в познании. Вследствие этого современной *научной проблемой* обеспечения комфортной и безопасной среды жизнедеятельности можно считать несоответствие новых фактов и данных о взаимосвязях процессов и явлений в среде жизнедеятельности, а также старых способах и научных подходах их изучения.

В РААСН фундаментальные исследования по рассматриваемой проблеме реализуются в течение последних пятнадцати лет в рамках междисциплинарного направления в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук – «Обеспечение безопасности и комфортности среды жизнедеятельности инженерных, социальных и природно-техногенных систем городов и поселений на основе новой мировоззренческой парадигмы – биосферной совместимости» [7]. Предложенный концептуальный подход дал возможность получить результаты исследований, ориентированные не только на работу систем жизнеобеспечения в городской среде и регулирование техносферы с целью сокращения негативного воздействия на окружающую среду, но и главное, на трансформацию мировоззрения. В рамках этого нового мировоззрения все современные глобальные вызовы – экономические, общественные, политические, экологические и другие – предстают во всем своем разнообразии не как самостоятельные проблемы, а как результат единой первопричины: дисгармоничных отношений между человеком и Природой [8]. В рамках предложенного научного подхода принимается аксиома, что отношения человека и Биосферы не механистические, а информационные. Земля и Биосфера – это сложные, динамичные системы, полные жизни. Однако человеческая деятельность при-

водит к извлечению ценных, живых ресурсов из недр Земли и замене их на мертвые, токсичные промышленные отходы. Это отравляет Биосферу, подрывая ее устойчивость и провоцируя деградацию окружающей среды. В свою очередь, ухудшение состояния Биосферы негативно сказывается на благополучии самого человечества, особенно на будущих поколениях, которым предстоит жить в условиях ухудшающейся экологической обстановки.

Еще одна аксиома: человек порождён Биосферой и должен служить материнскому организму. Ввиду этого, опираясь на закон Эшби о необходимом разнообразии [9], регулирование Биосферы, представляющей собой более комплексную и многогранную систему, человечеством является губительным, поскольку неизбежно повлечет за собой уничтожение как самой Биосферы, так и человеческой цивилизации, что, собственно, и наблюдается в настоящее время. Таким образом, формирование гармоничной, экологически чистой, комфортной и безопасной городской среды, наряду с созданием благоприятных условий для всестороннего развития человеческого потенциала, представляет собой ключевой фактор, определяющий уровень жизни в городах и поселениях.

Научные гипотезы, соответствующие научной проблеме обеспечения безопасности и комфортности городской среды

Как показал анализ, проводимые в период 1990-2010 гг. исследования в направлении решения научной проблемы создания комфортной и безопасной городской среды, не отвечали сложившемуся несоответствию новых фактов и данных, порождённых условиями социально-экономического развития России, и старых научных методов их объяснения. В результате такого противоречия «к настоящему времени в отечественной градостроительной науке не в полной мере учитываются современные требования к особенностям функционирования среды жизнедеятельности поселения» [10].

Постановка научных гипотез в области обеспечения безопасности и комфортности городской среды сегодня связана с объективными антагонистическими противоречиями между жизнедеятельностью человека и Природы. Противоречия возникают из-за моральных ценностей общества, которые приоритет отдают человеку и его потребностям, игнорируя интересы Природы. Это приводит к существующим методам производства и распределения ресурсов, наносящим вред окружающей среде. Очевидна необходимость кардинальной смены

традиционной парадигмы развития человека, а вместе с ней и системы архитектурно-планировочного формирования поселений.

С этих позиций выдвигаемые научные предпосылки и гипотезы могут включать предположение об изменении типа жизнедеятельности и экономических отношений на биосферосовместимые технологии, реализованные «на единстве с природной средой и взаимосвязи различных факторов и функциональных процессов в составе планировочных и проектных решений урбанизированных территорий» [10].

Методы и подходы к междисциплинарным исследованиям в области безопасной и комфортной городской среды

Исследования, направленные на создание **комфортной и безопасной городской среды**, связаны с оценкой текущего состояния градостроительных систем и изучением их эволюционных процессов, базирующихся на исторических методах описания процессов и явлений.

В сфере междисциплинарных исследований важен системный подход, объединяющий теоретические концепции обеспечения безопасности с эмпирическими данными и соответствующими исследовательскими инструментами к пространственной организации материальных элементов совместно с природными компонентами.

Комплексный социально-пространственный анализ также является одним из ключевых компонентов, который объединяет социологические теории с пространственными данными. Применяя, например, современные инструменты ГИС, он исследует такие области, как городское управление и использование городских пространств (землепользование), чтобы предложить детальную перспективу взаимосвязи между социальной динамикой и структурой производительных сил. Социокультурные опросы и исследования позволяют получить глубокое представление о поведении городского сообщества и социальных взаимодействиях. Участие населения в задачах территориального планирования (соучаствующее проектирование) имеет фундаментальное значение для понимания и интеграции социальной и поведенческой динамики в процесс принятия решений и самоуправления.

Эмпирический подход представляет собой современную интерпретацию феноменологических методов. Этот подход объединяет научные достижения для углубления понимания накопленного человеческого опыта. Он сочетает философские и эстетические соображения с градостроительной теорией планирования

пространственных структур. Этот подход также имеет решающее значение для исследования характера современной занятости населения и оценки демографических изменений, поскольку он позволяет получить более глубокое и основанное на статистических данных понимание потребностей и поведения населения.

Интеграционный подход позволяет, прежде всего, исследовать методологию проектирования пространства города как целостной урбоэкосистемы. Урбоэкосистемы, в отличие от исторически сложившихся экосистем, характеризуются высокой степенью скорости роста, активным энерго- и массообменом, а также значительной плотностью населения. Эти условия формируют нелинейность и неустойчивость таких систем при продолжающейся добыче природных ресурсов и неблагоприятном экологическом воздействии на природную среду.

Научно-методологический подход на принципах концепции биосферной совместимости базируется на системе принципов, последовательная реализация которых направлена на достижение цели преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека [11]. Иерархия принципов заключается в соподчинённости их принципу 1 концепции – *гармоничного развития и единения с природной средой*. Далее, в составе рассматриваемого подхода следует применять принцип 2 – *состоявления направлений в деятельности города: внутреннего и внешнего*. Дуализм здесь проявляется как внешнее – воздействие города на природу и внутреннее – как уровень здоровья населения в широком смысле слова: духовного, физического и социального.

Представляется важным применять этот принцип при исследованиях динамики состояния городских структур и определять степень антропогенного воздействия и вид градостроительной трансформации территории. Замена природных компонентов искусственными, более «организованными», как принято ошибочно считать, априори нарушает баланс процессов динамики в сторону подавления процессов естественного функционирования, что и является основной причиной их деградации.

Существенным нововведением является принцип 3 концепции – *составления гуманитарного баланса биотехносферы*, который позволит рассчитать количественные соотношения между главной производительной силой – Биосферой, населением территории и объектами пространственной среды. Если традиционный градостроительный баланс характеризует размеры, распределение и использование площади земельного участка, то тройственный гуманитарный баланс устанавливает количе-

ственные соотношения между количеством населения, местами удовлетворения его потребностей и ресурсами Биосферы. Следующий принцип 4 подразумевает *законодательное закрепление* рассчитанного для региона, агломерации, города или другого поселения *тройственного баланса*.

В системе управления поселением принципиально важно использовать инновации, нововведения или новые методы территориально-пространственной организации (принцип 5), приводящие к существенному изменению жизнедеятельности человека, общества, природы и увеличивающие жизненный потенциал Биосферы.

Эффективность обустройства городских систем и городских территорий, по состоянию которых можно судить о построении многофункциональной планировочной структуры, оценивается *ростом человеческого потенциала и имеет выражение в социальной динамике (эффекте)* (принцип 6).

Влияние природных особенностей на планировочную структуру города, использование этих особенностей для создания благоприятных условий жизни горожан реализацией последовательности общественных функций представляет собой ещё один принцип концепции биосферной совместимости (принцип 7) – *реализуемости функций города и проектирования необходимой инфраструктуры*. В градостроительстве существует иллюзия, что различные компоненты природного ландшафта поддаются прямому проектированию, так как для них разрабатывается проект, но при этом зачастую не учитываются многие процессы функционирования в городе, которые противодействуют устойчивости ландшафтных компонентов. Также возникают вопросы: какие факторы препятствуют всестороннему удовлетворению потребностей населения и какие подходы к архитектурно-градостроительному проектированию следует применять, чтобы максимально соответствовать запросам населения.

Для ответа на эти вопросы в системе принципов биосферной совместимости потребности человека и архитектурно-планировочные возможности для их реализации перечислены в некоторой последовательности: *Жизнеобеспечение, Развлечение и Отдых, Власть, Милосердие, Знания, Творчество, Связь с Природой*. Если, исходя из намеченных задач, концепция планирования реализуется «сверху вниз», от функции «Жизнеобеспечение» к функции «Связь с Природой», то это формирует фундамент современного общества, ориентированного на потребление. Если же концепция планирования реализуется по обратному принципу, т. е.

от функции «Связь с Природой» к функции «Жизнеобеспечение», то последовательность принятия градостроительных решений рассматривается исходя из взаимодействия города с окружающей природной средой. Принципиально начинать проектировать городские территории следует с функции города «Милосердие» – через душевность к духовности и материальному достатку. В современных градостроительных и проектных решениях эта функция разработана в наименьшей степени. Коррекция многих негативных аспектов городской среды должна осуществляться именно через призму этой функции.

Отдельной градостроительной задачей в системе принципов биосферной совместимости выступает принцип 8 концепции – *разработки социальных стандартов*. Этот принцип обуславливает территориально-планировочную структуру, учитывая закономерности городских систем и разнообразных социальных процессов: культурных традиций, ценностей, опыта. В свою очередь, городская структура, как специфичная организационная форма, выражает в полной мере динамические социальные процессы. Причем социальные процессы следуют за несоответствием параметров городской среды функциональным потребностям общества. Наблюдается своеобразный круговой процесс адаптации городских пространственных структур и социальных процессов. Такая модель позволит разработать инструмент для оценки состояния городской среды и ее влияния на социальные процессы.

После выполнения последовательности принципов требуется внести изменения в изложение целевого принципа, исходной идеи, а также в критерии и показатели оценки всех этапов, исходя из градостроительной ситуации (принцип 9).

Таким образом, в совокупности принципы концепции биосферной совместимости образуют целостный научно-методический подход [12, 13], который позволяет всесторонне исследовать архитектурные и городские проблемы, гарантируя при этом, что проектно-исследовательская деятельность будет не только академически обоснованной, но и практически актуальной и отвечающей сложностям реальных проблем градостроительного проектирования.

Количественная оценка принципов преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека

Проведённые научные исследования и анализ принципов преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека подтверждают примеры возможной их численной

реализации через результаты математического моделирования и количественной оценки динамики уровня человеческого потенциала на урбанизированных территориях. В большинстве задач количественной оценки в качестве отправной точки используются индикаторы загрязнения окружающей среды, оказывающие неблагоприятное воздействие на здоровье человека. В то же время эти индикаторы, как правило, являются следствием человеческой деятельности. Так, в работе [14] предложены показатели оценки состояния городской среды, базирующиеся на учете внутреннего и внешнего направлений функционирования города и нацеленные на установление статистических закономерностей между населением и факторами городской среды.

В настоящее время, в рамках указанной междисциплинарной области, одним из наиболее существенных достижений является полученное уравнение тройственного баланса биотехносферы [15]. Практические результаты исследований на примере г. Москвы и Москов-

ской области [16] показали, что тройственный баланс биотехносферы для этих территорий не соблюдается – практически все ресурсы, потребляемые жителями столицы, являются ввозимыми (см. таблицу).

Как следует из таблицы, ежедневно Москва обращается за природными ресурсами к прилегающим экосистемам, находящимся в Московской области и соседних регионах, т. е. является зависимой урбоэкосистемой.

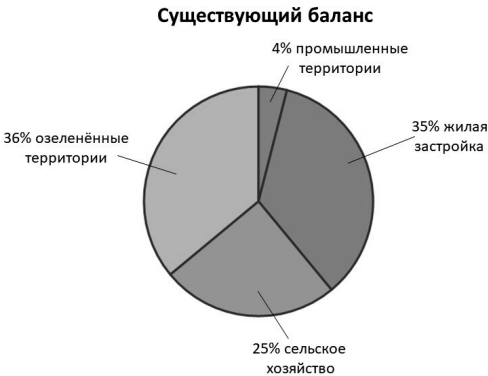
Рассчитанное количество ресурсов для жителей позволило определить и необходимый баланс территории Московской области, составленный по площади земельных участков и отражающий потребности населения. Структура необходимых для населения региона площадей жилых и производственных территорий схематично представлена на рис. 1.

Учитывая потребности населения Московской области в озелененных территориях для реализации функции отдыха и рекреации, был составлен соответствующий баланс (рис. 2).

Количество природных ресурсов, необходимых для жителей Москвы
The amount of natural resources needed by Moscow residents

Вид ресурса	Ед. изм.	Количество ресурса для людей $B_{\text{зд}}$	Количество ресурса для техносферы $B_{\text{зот}}$	Количество ввозимого ресурса в район $B_{\text{зов}}$	Количество вывозимого ресурса из района $B_{\text{зoi}}$	Количество деградируемого ресурса посредством загрязнения окружающей среды $B_{\text{зод}}$
Воздух	м ³	$55,43 \times 10^9$	$42,68 \times 10^9$	$98,11 \times 10^9$	0,00	$98,11 \times 10^9$
Природный газ	м ³	$9,24 \times 10^8$	$7,11 \times 10^8$	$230,00 \times 10^8$	0,00	$11,50 \times 10^8$
Вода	м ³	$90,07 \times 10^7$	$69,36 \times 10^7$	$232,00 \times 10^7$	0,00	$110,00 \times 10^7$

а



б



Рис. 1. Схема баланса территории Московской области по площади земельных участков с учетом потребностей населения в жилье и производстве: а – существующий баланс территории; б – расчетный баланс на основе принципа биосферной совместимости

Fig. 1. The scheme of the balance of the territory of the Moscow region in terms of land area, taking into account the needs of the population in housing and production: а – the existing balance of the territory; б – the calculated balance based on the principle of biospheric compatibility

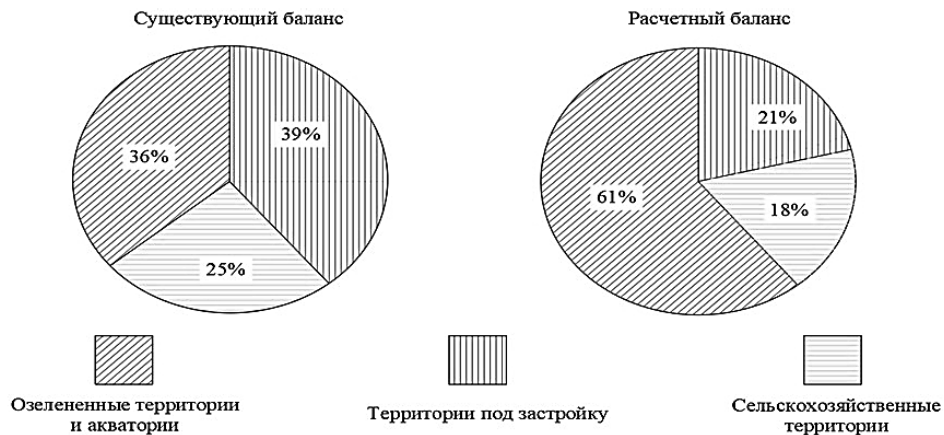


Рис. 2. Схема баланса территории по площади земельных участков с учетом потребностей населения в озелененных территориях

Fig. 2. The scheme of balancing the territory by land area, taking into account the needs of the population in green areas

Согласно расчету, для населения региона требуется большая площадь озелененной территории, нежели фактическая.

В работе [17] с целью выявления возможности саморазвития урбанизированных территорий получили развитие методология анализа динамических процессов в природно-техногенных структурах среды жизнедеятельности человека. На примере некоторых городов Центрального федерального округа России были выполнены расчеты, демонстрирующие зависимость между демографическими показателями и комплексом экологических и социально-экономических условий [18]. Эти исследования указывают на динамические изменения в численности экономически активного населения, обусловленные главным образом негативным воздействием загрязнения окружающей среды и экономическим развитием региона [19, 20].

К настоящему времени разработана методика количественной оценки реализуемости общественных функций города [21, 22]. Авторами этой методики для целей градостроительной деятельности предлагается внедрить систему оценки качества планировочных и проектных решений городских пространств. Эта система должна включать количественные показатели, отражающие функции города и их компоненты. Так, в работе [23] предложена представлена модель организации многофункциональной жилой зоны, объединяющая элементы и типы на разных уровнях планирования. Она включает многофункциональные жилые здания, общественные пространства и природные комплексы, позволяя реализовать большинство функций города.

Согласно разработанной модели функционально-планировочной организации много-

функциональной жилой зоны города, разработано проектное предложение жилого квартала в г. Ханты-Мансийске, содержащее в своем составе необходимую социальную инфраструктуру, а именно, учебно-воспитательный комплекс, состоящий из детского сада, школы и молодежного центра.

Функциональное зонирование территории жилого квартала представлено на рис. 3.

Архитектурно-планировочное решение жилого квартала в Ханты-Мансийске представлено на рис. 4.

Полученные технико-экономические показатели:

- численность жителей квартала – 9211 чел.;
- площадь застройки – 47 335 кв. м;
- суммарная поэтажная площадь жилых домов – 323 660 кв. м;
- плотность застройки – 12201,36 кв. м/га;
- плотность численности населения – 406,7 чел./га.

Представленный проект представляет собой жилую территорию, которая не только отвечает текущим потребностям общества, но и способствует благоприятному и комфортному образу жизни будущих жителей, включая разнообразие жилых форматов, зеленые зоны, инфраструктуру образования и здравоохранения. Процесс планирования включал в себя анализ местности, учет социальных и экологических факторов, а также определение оптимальной транспортной доступности территории. В результате был разработан комплекс мероприятий, направленных на создание новых функциональных пространств и улучшение качества городской среды как на территории жилого квартала, так и на ближайших территориях.



Рис. 3. Схема функционального зонирования жилой территории в Ханты-Мансийске
Fig. 3. Scheme of functional zoning of residential area in Khanty-Mansiysk



Рис. 4. Схема архитектурно-планировочного решения территории
жилого квартала в Ханты-Мансийске

Fig. 4. The scheme of architectural and planning solutions
for the residential area in Khanty-Mansiysk

Выводы

Сложившиеся в настоящее время социально-экономические и экологические реалии в современных городских поселениях определили множество актуальных научных проблем и взаимосвязанных задач. Эти задачи касаются территориально-пространственного развития и разработки функционально сбалансированной, комфортной и безопасной городской среды с учётом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных

и эстетических потребностей общества на современном этапе глобального развития.

Для решения научной проблемы создания комфортных и безопасных условий жизнедеятельности населения предлагаются фундаментальные принципы разработанной в РААСН концепции биосферной совместимости, способствующие новой философско-этической основы жизнедеятельности человека. Саму концепцию биосферной совместимости и ее положения следует рассматривать, прежде всего, как системную организацию и согласование

научной деятельности, связанной с обоснованием тематики научных проблем в сфере градостроительства, формулированием гипотез и решением научных задач, гармонизирующих целям развития человека на урбанизированных территориях.

Концептуальные принципы могут быть положены и в развитие проектной методологии выделением соответствующих элементов планировочной структуры городских территорий и осуществления градостроительной деятельности, базирующейся на показателях развития человеческого потенциала и тройственного баланса биотехносферы. Руководствуясь названными принципами, при разработке территориально-пространственных и архитектурно-планировочных решений необходимо учитывать современные подходы к описанию состояния планировочных элементов. Важно также внедрять соответствующие расчетные показатели, позволяющие количественно оценить уровень обеспеченности жилых территорий городскими функциями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Осинов В.И. История природных катастроф на Земле: проблемы экологии // Вестник Российской академии наук. 2004. Т. 74, № 11. С. 998–1005.
- Медоуз Д. Пределы роста. М: Московский университет, 1991. 280 с.
- Tulegenova M., Khassenova M., Mansurova B. Green economy as a model of modern technological and social transformation // East European Scientific Journal. 2015. V. 4. N. 1. P. 72–76.
- Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2009. 245 с.
- Тейяр де Шарден П. Божественная среда / пер. с фр. О. Вайнер. М.: Аст, 2021. 192 с.
- Авдеева Д.А. Вклад человеческого капитала в рост российской экономики. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2023. 42 с.
- Концепция биосферной совместимости как основа доктрины градоустройства и расселения / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, А.М. Каримов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева // Стратегические приоритеты. 2014. № 1. С. 71–84.
- Бакаева Н.В., Чайковская Л.В., Кормина А.А. Градоустройство как комплексная деятельность по созданию социально-ориентированной городской среды // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2019. № 1(25). С. 94–106.
- Эшби Уильям Р. Введение в кибернетику: Пер. с англ. М.: Ленанд, 2024. 432 с.
- Алексеев Ю.В. Подход к оценке эволюции научных проблем в системе управления градостроительной деятельностью // Архитектура и строительство России. 2019. № 4(232). С. 16–21.
- Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека: монография / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2015. 186 с.
- Проектирование городской среды: новые методологические подходы на основе парадигмы биосферной совместимости (часть 1) / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, Г.А. Птичникова, А.А. Кормина // Научный журнал строительства и архитектуры. 2020. № 2 (58). С. 121–134.
- Проектирование городской среды: новые методологические подходы на основе парадигмы биосферной совместимости (часть 2) / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, А.А. Кормина // Научный журнал строительства и архитектуры. 2021. № 4(64). С. 159–173.
- Ильичев В.А., Колчунов В.И., Гордон В.А. Математическая модель динамики и взаимовлияния внешнего и внутреннего направлений в деятельности биосферосовместимого города // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 12. С. 37–41.
- Моделирование и количественная оценка составляющих гуманитарного баланса биотехносферы урбанизированных территорий / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева // Труды Общего собрания РААСН «Фундаментальные и приоритетные прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли». 2012. Т. 2. С. 195–205.
- Бакаева Н.В., Терешенко Д.В. Балансовый метод развития территорий на основе биосферного подхода (на примере г. Москвы) // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования: материалы конференции / НИУ МГСУ, Москва. 2021. С. 413–420.
- Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, С.А. Кобелева // Жилищное строительство. 2015. № 3. С. 3–10.
- Модель демографического прироста населения региона / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева, А.А. Кормина // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. № 3(35). С. 3–14.
- Динамическая модель численности населения жилого района биосферосовместимого города / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева, А.А. Кормина // Социология города. 2021. № 1. С. 24–38.
- Статистические зависимости показателя благоприятной среды жизнедеятельности биосферосовместимого города / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, А.А. Кормина // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16, Вып. 5. С. 545–556.
- Количественная оценка доступности объектов инфраструктуры при реализации функций биосферосовместимого города / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, И.В. Черняева // Строительство и реконструкция. 2017. № 2(70). С. 85–94.
- Бакаева Н.В., Черняева И.В. Алгоритм оценки градостроительной деятельности на основе принципов биосферной совместимости // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 2. С. 5–14. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.1.
- Кормина А.А., Бакаева Н.В. Количественная оценка состояния жилой среды города (на примере жилых микрорайонов и кварталов) // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 1(45). С. 37–48. DOI: 10.21869/2311-1518-2024-45-1-37-47.

REFERENCES

1. Osipov V.I. The history of natural disasters on Earth: problems of ecology. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2004, Vol 74, no 11, pp. 998-1005. (In Russian)
2. Meadows D. Limits of growth. Moscow University. Moscow. 1991. 280 p.
3. Tulegenova M., Khassenova M., Mansurova B. Green economy as a model of modern technological and social transformation. *Vostochnoevropejskij nauchnyj zhurnal* [East European Scientific Journal], 2015, Vol 4, no 1. pp. 72-76.
4. Vernadsky V.I. Biosphere and noosphere. Iris Press. Moscow. 2009. 245 p (In Russian)
5. Teilhard de Chardin P. The divine environment: translated from French by O. Weiner. Ast. Moscow. 2021. 192 p.
6. Avdeeva D.A. The contribution of human capital to the growth of the Russian economy. Publishing House of the Higher School of Economics. Moscow. 2023. 42 p. (In Russian)
7. Ilyichev V.A., Yemelyanov S.G., Karimov A.M., Gordon V.A., Bakayeva N.V. The concept of biospheric compatibility as the basis of the doctrine of urban planning and settlement. *Strategicheskie priority* [Strategic priorities], 2014, no 1, pp. 71-84. (In Russian)
8. Bakaeva N.V., Chaikovskay L.V., Kormina A.A. Urban planning as an integrated activity to create a socially oriented urban environment *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: man, region, technology], 2019, no 1(25), pp. 94-106. (In Russian)
9. William Ross Ashby. An introduction to cybernetics: Translated from English. Lenand. Moscow. 2024. 432 p.
10. Alekseev Yu.V. An approach to assessing the evolution of scientific problems in the urban planning management system. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and Construction of Russia], 2019, no 4(232), pp. 16-21. (In Russian)
11. Ilyichev V.A., Yemelyanov S.G., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakayeva N.V. Principles of transforming a city into a biospherically compatible and developing human being: monograph. Publishing House Association of Construction Universities. Moscow. 2015. 186 p. (In Russian)
12. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Ptichnikova G.A., Kormina A.A. Designing the urban environment: new methodological approaches based on the paradigm of biospheric compatibility (part 1). *Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arkhitektury* [Scientific Journal of Construction and Architecture], 2020, no 2 (58), pp. 121-134. (In Russian)
13. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V., Kormina A.A. Designing the urban environment: new methodological approaches based on the paradigm of biospheric compatibility (part 2). *Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arkhitektury* [Scientific Journal of Construction and Architecture], 2021, no 4(64), pp. 159-173. (In Russian)
14. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A. Mathematical model of dynamics and mutual influence of external and internal directions in the activities of a biospherically compatible city. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil engineering], 2013, no 12, pp. 37-41. (In Russian)
15. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakayeva N.V. Modeling and quantitative assessment of the components of the humanitarian balance of the biosphere of urbanized territories. *Trudy Obshchego sobraniya RAASN "Fundamental'nye i priorityetnye prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvoitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noj otrasli"* [Proceedings of the General Meeting of the Russian Academy of Natural Sciences "Fundamental and priority applied research of the Russian Academy of Natural Sciences on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry"], 2012, Vol 2, pp.195-205. (In Russian)
16. Bakaeva N.V., Tereshenko D.V. A balanced method of territorial development based on the biosphere approach (on the example of Moscow). *Materialy Vtoroj nacional'noj konferencii "Aktual'nye problemy stroitel'noj otrasli i obrazovaniya"* [Mat. The Second National Conference "Actual problems of the construction industry and education"], MGSU, pp. 413-420. (In Russian)
17. Ilyichev, V.A., Yemelyanov S.G., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V., Kobeleva S.A. Modeling and analysis of patterns of dynamics of changes in the state of biospherically compatible urbanized territories. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction], 2015, no 3, pp. 3-10. (In Russian)
18. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakaeva N.V., Kormina A.A. The model of demographic growth of the region's population. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: person, region, technology], 2021, no 3 (35), pp. 3-13. (In Russian)
19. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakaeva N.V., Kormina A.A. Dynamic model of the population of a residential area of a biospherically compatible city. *Sociologiya goroda* [Sociology of the city], 2021, no 1, pp. 24-38. (In Russian)
20. Ilyichev, V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Kormina A.A. Statistical dependences of indicators of a favorable living environment of a biospherically compatible city. *Vestnik MGSU* [Bulletin of MGSU], 2021, Vol 16, Issue 5, pp. 545-556. (In Russian)
21. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. Quantitative assessment of the accessibility of infrastructure facilities in the implementation of the functions of a biosphere-compatible city. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya* [Construction and reconstruction], 2017, no 2(70), pp. 85-94. (In Russian)
22. Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. The algorithm of assessment of urban development based on the principles of biospheric compatibility. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 5-14. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.1
23. Kormina A.A., Bakayeva N.V. Quantitative assessment of the state of the city's residential environment (on the example of residential neighborhoods and neighborhoods). *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: person, region, technology], 2024, no 1(45), pp. 37-48. DOI: 10.21869/2311-1518-2024-45-1-37-47 (In Russian)

Об авторах:

БАКАЕВА Наталья Владимировна

доктор технических наук, профессор,
советник РААСН,
профессор кафедры градостроительства
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26
главный научный сотрудник
Научно-исследовательский институт строительной
физики РААСН
127238, Россия, г. Москва, Локомотивный пр., 21
E-mail: natbak@mail.ru

ЧЕРНЯЕВА Ирина Викторовна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры проектирования городской среды
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева
302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77
старший научный сотрудник
Научно-исследовательский институт строительной
физики РААСН
127238, Россия, г. Москва, Локомотивный пр., 21
E-mail: schunya87@yandex.ru

КОРМИНА Александра Алексеевна

кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры проектирования
городской среды
Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева
302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77
ведущий инженер
Научно-исследовательский институт строительной
физики РААСН
127238, Россия, г. Москва, Локомотивный пр., 21
E-mail: sascha-girl@mail.ru

СТАРКОВА Анна Андреевна

инженер кафедры градостроительства
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26
E-mail: starkovaAA@mgsu.ru

BAKAEVA Natalia V.

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Advisor to RAACS,
Professor of the Urban Planning Chair
National Research Moscow State University of Civil
Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye h., 26
Chief Scientist
Research Institute of Construction Physics RAACS
127238, Russia, Moscow, Lokomotivny av., 21
E-mail: natbak@mail.ru

CHERNYAEVA Irina V.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Urban Environment
Design Chair
Oryol State University named after I.S. Turgenev
302030, Russia, Oryol, Moskovskaya st., 77
Senior Researcher
Research Institute of Construction Physics RAACS
127238, Russia, Moscow, Lokomotivny av., 21
E-mail: schunya87@yandex.ru

KORMINA Alexandra Al.

Phd in Engineering Sciences,
Senior Lecturer of the Urban Environment Design Chair
Oryol State University named after I.S. Turgenev
302030, Russia, Oryol, Moskovskaya st., 77
Lead Engineer
Research Institute of Construction Physics RAACS
127238, Russia, Moscow, Lokomotivny av., 21
E-mail: sascha-girl@mail.ru

STARKOVA Anna An.

Engineer of the Urban Planning Chair
National Research Moscow State University of Civil
Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye h., 26
E-mail: starkovaAA@mgsu.ru

Для цитирования: Бакаева Н.В., Черняева И.В., Кормина А.А., Старкова А.А. Эволюция экологического сознания человека и концепция биосферосовместимого города в проблеме безопасности и комфортности городской среды // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 159–169. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.19. For citation: Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V., A.A. Kormina, A.A. Starkova. The evolution of human ecological consciousness and the concept of a biospherically compatible city in the issue of safety and comfort urban environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 159–169. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.19.

Принята: 23.04.2025 г.

М. П. ГРИШИНА**МЕТОДИКА ЕДИНОГО РАСЧЕТА
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ****METHODOLOGY FOR A UNIFIED CALCULATION OF TECHNICAL
AND ECONOMIC INDICATORS BASED ON ELECTRONIC MODELING**

Статья посвящена формированию универсального градостроительного инструментария для решения технических задач градостроительства с целью функционально-пространственного развития урбанизированных территорий. Для исследования использовались действующие градостроительные регламенты, электронные ресурсы. Расчет производился в электронных таблицах. Результаты исследования заключаются в разработке и демонстрации рабочих алгоритмов электронного моделирования в масштабах жилого квартала и жилого района. Научная новизна исследования основана на оптимизации и дополнении современной методики градостроительного проектирования в условиях комплексного развития сложившейся застройки и функционально-пространственного планирования новых территорий. Применение данной методики возможно на территориях со сложившейся городской застройкой.

Ключевые слова: электронный инструментарий градостроителя, расчет технико-экономических показателей, градостроительное планирование, жилой квартал, жилой микрорайон, электронное моделирование, объекты обслуживания населения, обеспеченность объектами социальной инфраструктуры, доступность социальной инфраструктуры, емкость объекта обслуживания населения

Введение

Проблема расчета технико-экономических показателей в современном градостроительстве является одной из самых важных проблем долгосрочного функционально-пространственного развития современных городов. Также расчетные показатели являются основой планирования и прогнозирования комплексного развития территории и определения ее рентабельности в процессе эксплуатации. В современных исследованиях градостроительного и территориального планирования все чаще отмечается необходимость создания:

- единых универсальных рабочих алгоритмов расчета технико-экономических показателей [1];
- системного формирования единой, общественной, электронной базы градостроительных ресурсов [2];

The article is devoted to the formation of universal urban planning tools for solving technical problems of urban planning in order to functionally and spatially develop urbanized territories. To solve the problem, the current urban planning regulations, electronic resources were used. The calculation was made in spreadsheets. The results of the study are the development and demonstration of working algorithms for electronic modeling at the scale of a residential quarter and a residential area. The scientific novelty of the article is based on the optimization and addition of the modern methodology of urban planning in the context of the integrated development of the existing development and functional-spatial planning of new territories. The use of this technique is possible in territories with the established urban waste.

Keywords: electronic tools of the urban planner, calculation of technical and economic indicators, urban planning, residential area, residential neighborhood, electronic modeling, public service facilities, provision of social infrastructure facilities, availability of social infrastructure, capacity of the public service facility

• интерактивной среды, объективно отражающей текущие результаты деятельности муниципальных органов управления и инструментов объективной оценки этих результатов [3, 4].

В комплексном развитии исторических центров и сложившейся застройки требуется формирование общего инструментария для выявления градостроительного потенциала и оценки его реализации на текущий момент. Все эти задачи невыполнимы без применения современных электронных технологий и грамотного внедрения их в градостроительную деятельность РФ [5, 6].

Так, например, большую актуальность получило электронное моделирование транспортных систем города [2, 7]. Оно успешно применяется для определения существующих проблем в транспортной системе города

и поиске их наиболее эффективного варианта решения через моделирование различных сценариев решений определенной проблемы [7–9].

Несмотря на существующее единообразие и действующие стандарты, расчетные показатели в каждом проекте рассчитываются индивидуально и по-разному. В такой ситуации провести какую-либо объективную оценку по критериям обеспеченности и доступности практически не представляется возможным [10, 11].

Гипотеза состоит в следующем: если технико-экономические показатели рассчитывать по единой методике, то при разных действующих градостроительных нормативах возможно получить объективные и достоверные исходные данные. Эти данные можно использовать:

- для определения градостроительного потенциала территории;
- оценки возможностей комплексного развития территории;
- определения очередности развития или функционально пространственной организации территории;
- прогнозирования последствий градостроительной деятельности [12, 13].

Таким образом, статья посвящена разработке единой универсальной методики расчетов технико-экономических показателей на основе планировочных параметров.

Материалы и методы исследования

Расчет технико-экономических показателей производится в табличной форме. Количественные показатели делятся на исходные и расчетные. В свою очередь, исходные показатели делятся на планировочные и социологические. В результате обработки исходных показателей получают пока укрупненные расчетные показатели рекомендуемой емкости и количества объектов обслуживания населения.

Работа по определению исходных планировочных показателей ведется в отдельной табл. 1. Она служит «ключом» в расчете показателей района. Вводные данные о планировочных параметрах исследуемого элемента автоматически определяют количество объектов социальной инфраструктуры, необходимых для жителей этой планировочной единицы, т. е. микрорайона. Связь осуществляется через численность населения, которая определяется автоматически и зависит от указанных параметров планировочного решения.

К исходным планировочным показателям относится среднее количество жильцов в одной квартире, количество квартир на этаже, количество жилых этажей в секции, среднее количество секций в зданиях, количество зданий на территории квартала/микрорайона.

Другим типом исходных показателей является социальная структура населения единицы планирования. В эти показатели входит процентное соотношение детей дошкольного и школьного возраста, молодежи и людей трудоспособного возраста, пожилых людей от общего количества населения единицы планирования или жилого микрорайона. Объекты ступеней обслуживания распределены по ступеням обслуживания. Следует выделить исходные статистические данные, определенные по данным работы существующих объектов обслуживания. Эти показатели позволяют определить дневную емкость объекта обслуживания населения. Исходные статистические показатели представляют собой: разовую емкость одной единицы обслуживания; количество циклов обслуживания в день; время обслуживания за один цикл; длительность рабочего дня; количество одновременно обслуживаемых жителей. Исходные статические данные – это элемент градостроительного моделирования. По исходным данным автоматически производится расчет укрупненных показателей по

Таблица 1. Исходные показатели электронной модели планировочного элемента
Table 1. Initial indicators of the electronic model of the planning element

Условная модель планирования	Ед. изм.	Показатель
Жилая единица (квартира)	Человек в 1 кв.	3
Этаж	Квартир на площадке	5
Жилая секция	Этажи	17
Жилое здание	Секции	3
Группа жилых домов в составе микрорайона	Здания	25
Количество квартир	Всего квартир	6375
Численность населения на единицу планирования	Всего жителей	19125

количеству детских дошкольных учреждений, общеобразовательных учреждений, магазинов, пунктов выдачи заказов, точек общественного питания, остановок общественного транспорта, автостоянок, гостевых парковок, театров, культурно-развлекательных и спортивных комплексов и т. д. Распределение исходных и расчетных данных представлено в табл. 2.

Таблица 2. Расчет технико-экономических параметров планировочной единицы жилой территории
Table 2. Calculation of technical and economic parameters of the planning unit of a residential area

Объекты обслуживания населения	Ед. изм.	Состав населения, %	Расчетная обеспеченность посетителей в день	Кол-во объектов на микрорайон	Кол-во объектов на жилой район	Кол-во посетителей на 1 объект в день	Разовая емкость 1 ед. обслуживания	Кол-во циклов (рейсов, сеансов, смен)	Кол-во минут на обслуживание 1 посетителя	Кол-во минут работы в день	Кол-во погодов (линий) посетителей внутри объекта
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Первая ступень											
Детские сады (ДДУ)	Места	4,08	780	3	9	260	260	1			
Общеобразовательные школы	Места	10,71	2048	2	6	1024	512	2			
Магазины	Посетители	100	19125	7	22	2610			1	870	3
Пункты выдачи заказов	Посетители	28,3	5418	4	11	1440			0,5	720	1
Точки общественного питания	Посетители	95,92	18344	3	8	6480	120		15	810	1
Аптеки	Посетители	20	3825	12	36	320			3	480	2
Остановки общественного транспорта	Пассажиры	48	9180	5	14	2016	72	7			4
Автостоянки (1 м/м1кв.)	Места	34	6502,5	22	65	300	300	1			1
Парковки гостевые (муниципальные) на 4 ч	Места	15	2868,75	287	861	10			240	1440	
Двор	Посетители	100	19125	6	17	3456	36		15	1440	
Вторая ступень											
Залы кинотеатров	Посетители	100	3456	0	2	7200	120	6	150		10
Библиотеки (рабочие пространства, коворкинги)	Посетители	40	1382	0	0	960	400		300	720	
Универсальные залы	Посетители	20	691,2	0	0	1600	1600	1	120		
Пункты доставки	Курьеры	85	2938	0	1	960			30	1440	20

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Поликлиники	Пациенты	100	3456	0	1	720			10	480	15
Спортивные учреждения (бассейны, корты)	Посетители	65	2246	1	3	175	25	7	60	480	1
Салоны красоты (парикмахерские, косметология)	Посетители	70	2419	3	12	56	10		60	480	7
Стоматологии	Посетители	75	2592	3	12	56	5		60	480	7
Рестораны	Посетители	30	1037	0	0	960	120		60	480	
Вуз	Места	70	2419	0	0	7000	3500	2			
Сквер		100	3456	0	1	11520	40		5	1440	
Третья ступень											
Культурно-развлекательные комплексы	Посетители	100	3456	0	0	120000	2000	6	150		10
Административные учреждения	Посетители	60	2074	1	4	2240		7	15	480	10
Театры	Посетители	20	691,2	0	0	1600	1600	1	120		
Больницы	Пациенты	20	691,2	0	0	1600	1600	1	120		
Городские стадионы, арены	Посетители	100	3456	0	0	10000	10000	1	120	300	1
Выставочные центры (музеи, галереи, экспо)	Посетители	30	1037	2	7	40			60	480	5
Парк	Посетители	100	3456	0	0	9600	400		60	1440	

Например: при градостроительном анализе обеспеченности объектами социальной инфраструктуры территории жилого микрорайона, с помощью электронного расчета технико-экономических показателей можно с высокой достоверностью определить категории и количество объектов социальной инфраструктуры, которых не хватает или в избытке на территории. Затем произвести баланс обеспеченности объектами социальной инфраструктуры двумя возможными способами.

Во-первых, эффективное стратегическое управление плотностью застройки. Задачей в этом случае является определение плотности и характера застройки, обеспечивающей естественную смену поколений без пиковых изменений внутри социальной структуры населения. Например, обеспечение объектами социального обслуживания только первой ступени может привести к резкому спаду востребованности детских дошкольных учреждений (через 3-5 лет) и школ (через 11 лет). Однако, как показывает практика, период планирования в 10 лет достаточен для формирования раз-

витой системы общественного транспорта, что служит наиболее эффективным фактором для учебы и работы в общественно-деловых центрах, производственных центрах с сохранением места жительства. И немалое значение имеет рациональное размещение объектов второй ступени обслуживания. Как правило, они размещаются в зданиях многофункциональных общественных комплексов, расположенных в общественном центре микрорайона.

Во-вторых, планировочная структура района должна иметь резервы для дополнения развития и приспособления объектов социального обслуживания к любым прогнозируемым изменениям в социальной и общественно-культурной структуре жителей. То есть необходимо предусматривать возможность замещения общественных функций в планировочной организации объектов социальной инфраструктуры.

Таким образом, для определения количества объектов обслуживания населения планировочного элемента требуется провести поэтапные расчеты технико-экономических показателей. Первый этап это: сбор и распределение стати-

стических данных о вместимости, режиме работы и организации обслуживания каждого расчетного объекта. Следующим этапом расчетов стало определение алгоритмов расчета первичных и вторичных промежуточных данных. Заключительным этапом стало определение количества необходимых объектов обслуживания населения на уровне квартала, микрорайона и жилого района. Эти данные отражены в столбцах 6 и 7.

Первичный показатель, емкость объекта обслуживания рассчитывается как произведение единовременной емкости объекта и количества циклов обслуживания в день. В табл. 2 это: столбец 7 равен произведению столбцов 8 и 9. Например, для детских дошкольных учреждений количество мест установлено. И здесь единовременная емкость детского сада равна емкости посетителей в день, так как объект работает один день/один цикл. Данные по цикличности необходимы для объектов, которые работают в несколько смен. Это, например, общеобразовательные учреждения и высшие учебные заведения, которые работают в несколько смен или циклов в день. Для некоторых объектов емкость посетителей рассчитывалась как отношение рабочего времени в день к времени на обслуживание одного посетителя и произведение на количество параллельных потоков. В табл. 2 это отношение столбца 11 к столбцу 10 и произведение результата на столбец 7. Например, для магазинов пунктов выдачи заказов и почтовых отделений нет стандартов емкости и их работа основана на потоковом обслуживании посетителей. Если потоков несколько, то для расчета используются данные столбца 12.

Следующий этап расчетов произведен по определению социологических данных и расчету обеспеченности посетителей в день. В табл. 2 это столбец 4. Как говорилось выше, состав населения – это исходный показатель, определяющий планируемое соотношение де-

тей, молодежи, взрослых и пожилых, учащихся, трудящихся, пенсионеров и т. д. жителей на проектируемой территории. Соотношение указывается в процентах исходя из предполагаемого количества пользователей, где 100 % это все жители проектируемой территории. Вторым показателем обеспеченности посетителей в день рассчитывается методом пропорции от процента пользователей объектом обслуживания. В табл. 2 это произведение строки 7 из табл. 1 и соответствующей строки столбца 3 из табл. 2. Для того чтобы получить сам показатель обеспеченности разными типами объектов обслуживания в день, полученный результат делится на 100 %. На заключительном этапе количество объектов обслуживания населения определяется отношением расчетной обеспеченности посетителей в день к емкости объекта обслуживания. В табл. 2 это столбцы 5 и 6 равны отношению столбца 4 к столбцу 7.

Результаты и обсуждение

В результате использования таблицы вводных данных (табл. 3) были рассчитаны укрупненные показатели абстрактного квартала на жилую застройку до 10 и 22 этажей (табл. 4). Исходные параметры расчета отражены в табл. 3 в столбцах 4 и 5. Расчетные показатели приведены в табл. 4 в столбцах 4, 5 и 8.

В табл. 3 отражены различия получаемых показателей при разных вводных данных. Так, например, на квартал из 7 домов в 3 секции 10 этажей по 3 квартиры на этаж и в среднем по 2 жителя приходится всего 1260 жителей. По заданным параметрам в столбце 3 на микрорайон из 4 подобных кварталов необходимо 4 детских сада, 1 школа, 8 многоуровневых паркингов на 300 машиномест в 5 уровней, 4 общественных спортивных зала, 2 остановки общественного транспорта и т. д. В то же время на микрорайон

Таблица 3. Пример вводных параметров района
Table 3. Example of input parameters of the area

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Пример расчета для 10-этажной застройки	Пример расчета для 22-этажной застройки
1	2	3	4	5
1	Численность населения на единицу планирования	Жителей	1260	13200
2	Жилая единица (квартира)	Чел. в 1 кв.	2	5
3	Этаж	Квартир	3	10
4	Жилая секция	Этажи	10	22
5	Жилое здание	Секции	3	4
6	Группа жилых домов в составе микрорайона	Здания	7	3

в составе из 4 кварталов из 6 домов в 1 секцию 22 этажей по 10 квартир на этаж и в среднем по 5 жителей приходится всего 13200 жителей. В условиях, заданных в столбце 7, необходимо уже 10 детских садов и школ, 44 паркинга и 8 остановок общественного транспорта.

Ниже приведен пример электронного расчета технико-экономических параметров (табл. 4).

Таким образом, становится очевидным, что при точной настройке входных данных мы можем смоделировать планируемую численность

населения и потребность в отдельных объектах обслуживания населения, которые определяют комфортность городской среды. В свою очередь уровень комфортности городской среды – это один из ключевых факторов, определяющих класс планируемого жилья согласно действующим стандартам. Алгоритмы расчета технико-экономических показателей позволяют менять состав и плотность населения, а также настраивать емкость расчетных объектов социальной инфраструктуры микрорайона.

Таблица 4. Пример электронного расчета технико-экономических параметров с разными исходными данными
Table 4. Example of electronic calculation of technical and economic parameters with different initial data

Объекты обслуживания населения	Ед. изм.	Состав населения, %	Кол-во объектов на микрорайон	Кол-во объектов на жилой район	Состав населения, %	Кол-во объектов на жилой квартал	Кол-во объектов на микрорайон
1	2	3	4	5	6	7	8
Первая ступень							
Детские сады (ДДУ)	Места	20	1	4	10	5	10
Общеобразовательные школы	Места	30	0	1	40	5	10
Магазины	Посетители	75	0	1	80	4	8
Пункты выдачи заказов	Посетители	42	0	1	42	4	8
Точки общественного питания	Посетители	50	0	0	50	1	2
Аптеки	Посетители	10	0	2	5	2	4
Остановки общественного транспорта	Пассажиры	60	0	2	60	4	8
Автостоянки (1 м/м1кв.)	Места	50	2	8	50	22	44
Парковки гостевые (муниципальные) на 4 ч	Места	10	21	84	10	220	440
Двор	Посетители	100	0	1	100	4	8
Вторая ступень							
Кинотеатры	Посетители	100	0	1	20	0	1
Библиотеки (рабочие пространства, коворкинги)	Посетители	100	0	0	200	2	4
Универсальные залы	Посетители	1000	1	2	50	0	1
Пункты доставки	Курьеры	200	0	1	50	0	1
Поликлиники	Пациенты	100	0	0	80	1	2
Спортивные учреждения (бассейны, корты)	Посетители	200	1	4	10	1	1
Салоны красоты (парикмахерские, кометология)	Посетители	50	1	3	5	1	2
Стоматологии	Посетители	75	1	5	5	1	2
Рестораны	Посетители	700	1	2	50	0	1
Вуз	Места	60	0	0	60	0	0
Сквер		100	0	0	100	1	2

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Третья ступень							
Культурно-развлекательные комплексы	Посетители	100	0	0	100	0	0
Административные учреждения	Посетители	60	0	1	20	1	2
Театры	Посетители	300	0	1	50	0	1
Больницы	Пациенты	300	0	1	50	0	1
Городские стадионы, арены	Посетители	100	0	0	100	0	0
Выставочные центры (музеи, галереи, экспо)	Посетители	70	1	6	1	0	0
Парк	Посетители	100	1	4	300	0	1

Закключение

На сегодняшний день электронный расчет технико-экономических показателей в градостроительстве может быть дополнен параметрами необходимых площадей объектов обслуживания населения. Также есть необходимость добавлять или удалять расчетные объекты в таблице в зависимости от задач градостроительного проектирования. Универсальные алгоритмы расчета технико-экономических показателей могут быть настроены для коммунально-складских и промышленных зон городов и для сельских поселений [14]. Апробация и корректировка расчета производятся на основе внедрения в курсовом проектировании при подготовке градостроителей. Также возможно включить в расчеты примерную мощность инженерных сетей либо интегрировать уже существующие алгоритмы расчетов инженерных сетей. Внедрение подобных электронных инструментов градостроительного проектирования поможет будущим архитекторам и градостроителям самостоятельно разобраться с механизмами работы с действующей нормативно-технической базой и понять основы градостроительного и территориального планирования [15, 16].

Однако электронный расчет показателей отражает только количественные параметры и не решает творческих задач градостроительства и архитектуры [17]. Количественные показатели, являясь основой градостроительного проектирования, определяют только обеспеченность и не оказывают никакого влияния на формообразование, композицию, плотность и доступность объектов архитектуры для горожан. Из существующего опыта, электронное градостроительное моделирование успешно работает и совершенствуется в математической основе, но совершенно неэффективно в визуально-эстетической части архитектурной деятельности. Попытки электронного градостроительного моделирования территории в части визуализации объемно-пространственной сре-

ды иногда выглядят весьма странно и неприглядно [17]. Это в очередной раз доказывает, что искусственный интеллект способен только лишь технически решить поставленную ему задачу, т. е. бесконечно выполнять комплекс рутинных задач, освобождая архитектора для более кропотливого погружения в процесс высокопрофессионального творчества [2]. Однако современный архитектор или градостроитель уже не может полноценно удовлетворить профессиональные творческие потребности, не владея современным электронным инструментарием градостроительной деятельности, а только лишь используя методы эскизирования и плоскостного архитектурно-градостроительного проектирования. Автором допускается идея дальнейшей апробации методики расчета технико-экономических показателей с целью определения границ применения в исследованиях по архитектурному и градостроительному проектированию [18–20].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мутафов В.Р. Архитектурно-коммуникационная инфраструктура – новая концепция развития коммуникационной среды жизнедеятельности человека // Инновации и инвестиции. 2023. № 5. С. 317–320.

2. Egorov K., Krivospichenko S., Yadav V., Parygin D., Finogeev A. Research methodology for quantitative and qualitative parameters of parking space use. Procedia Computer Science. 2021. V. 193. P. 62–71. DOI: 10.1016/j.procs.2021.10.007.

3. Grishina M. Testing the methods of reconstruction of the spatial solution of the pedestrian street. IOP conference series: materials Science and Engineering, Kazan. 2020. P. 012026. DOI: 10.1088/1757-899X/890/1/012026.

4. Грязнова Н.В., Сайтибрагимов А.Э. Цифровая параметрическая градостроительная документация // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11, № 2(37). С. 330–341. DOI: 10.21285/2227-2917-2021-2-330-341.

5. Крушлинский В.И. Антикризисный генплан, проблемы и перспективы (на примере г. Красноярск) // Ползуновский вестник. 2013. № 4-1. С. 110–114.
6. Жуйков В.Н. Информационная база «Умный город» как перспективный инструмент городского управления // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 1. С. 18–33. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.3.
7. Радивилова А.Е., Астанин Д.М. Градостроительная экореконструкция района Нижний посад, г. Вологда. Структурно-функциональный подход // Архитектура, строительство, транспорт. 2022. № 3. С. 6–19. DOI: 10.31660/2782-232X-2022-3-6-18.
8. Дрогичская О.Р. Основные проблемы управления градостроительным развитием территорий поселений // Управленческие науки. 2015. Т. 5, № 2. С. 20–29.
9. Кудрявцев А.П., Ильичев В.А. Инновационная деятельность РААСН по совершенствованию и модернизации архитектурно-строительного комплекса // Academia. Архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 5–9.
10. Мылова Ю.А. Эволюция планировочной структуры советского промышленного города (на примере г. Комсомольска-на-Амуре) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2016. № 1(28). С. 16–21.
11. Го И. Прогнозирование и планирование использования земель для пространственного развития городов // Инновации и инвестиции. 2018. № 6. С. 232–236.
12. 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.
13. Михалчева С.Г., Херувимова И.А. Методика проектирования многофункциональных общественных сооружений // Перспективы науки и образования. 2018. № 3(33). С. 139–143.
14. Фесенко Д.Е. Основные тенденции российского градостроительства конца 2000-х – второй половины 2010-х гг. // Архитектура и современные информационные технологии. 2020. № 2(51). С. 144–166. DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15110.
15. Данилина Н.В., Сапрыкин Ю.В. Проблематика и перспективы развития общественных пространств городских улиц на примере улиц Москвы // Экология урбанизированных территорий. 2023. № 2. С. 90–96. DOI: 10.24412/1816-1863-2023-2-90-96.
16. Мусабилов Т.А., Закирова Ю.А. Предпосылки развития точек роста Казанской агломерации // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. № 2(68). С. 159–169. DOI: 10.48612/NewsKSUAE/68.14.
17. Орлова Н.Г. Идентичность индустриальных городов России и СНГ в эпоху глобализации: анализ и методы сохранения // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. № 3(69). С. 216–228. DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.19.
18. Пономарев Е.С., Арсентьева К.Е. Моделирование жилой среды на основе принципов динамической архитектуры для экстремальных условий // Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика. 2023. № 1(1). С. 4–12.
19. Гришина М.П., Овчинникова Я.С. Особенности пространственного развития города Лениногорска // Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика. 2024. № 2 (4). С. 170–182.
20. Гришина М.П., Юсупова А.Б. Концептуальная модель межпоколенческого центра на примере Бавлинского района Республики Татарстан // Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика. 2024. № 1 (3). С. 57–71.

REFERENCES

1. Mutafov V.R. Architectural and communication infrastructure – a new concept for the development of the communication environment of human life. *Innovacii i investicii* [Innovation and investment], 2023, no. 5, pp. 317–320. (in Russian)
2. Egorov K., Krivospichenko S., Yadav V., Parygin D., Finogeev A. Research methodology for quantitative and qualitative parameters of parking space use. *Procedia Computer Science*. 2021. V. 193. P. 62–71. DOI: 10.1016/j.procs.2021.10.007
3. Grishina M. Testing the methods of reconstruction of the spatial solution of the pedestrian street. *IOP conference series: materials Science and Engineering*, Kazan. 2020. P. 012026. DOI: 10.1088/1757-899X/890/1/012026
4. Gryaznova N.V., Saitibragimov A.E. Digital parametric urban planning documentation. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [News of universities. Investments. Construction. Real estate], 2021, vol. 11, no. 2(37), pp. 330–341. (in Russian) DOI: 10.21285/2227-2917-2021-2-330-341
5. Krushlinsky V.I. Anti-crisis general plan, problems and prospects (on the example of Krasnoyarsk). *Polzunovskij vestnik* [Polzunovsky Bulletin], 2013, no. 4-1, pp. 110–114. (in Russian)
6. Zhuykov V.N. Smart City Information Base as a Promising Tool of Urban Management. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 18–33. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.3
7. Radivilova A.E., Astanin D.M. Urban planning eco-reconstruction of the Nizhny Posad district, Volgda. Structural and functional approach. *Arhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, Construction, Transport], 2022, no. 3, pp. 6–19. (in Russian) DOI: 10.31660/2782-232X-2022-3-6-18
8. Drogitskaya O.R. The main problems of managing urban development of settlement territories. *Upravlencheskie nauki* [Management Sciences], 2015, vol. 5, no. 2, pp. 20–29. (in Russian)
9. Kudryavtsev A.P., Ilyichev V.A. Innovative activities of RAASN to improve and modernize the architectural and construction complex. *Academia. Arhitektura i*

stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction], 2011, no. 1, pp. 5–9. (in Russian)

10. Mylova Yu.A. Evolution of the planning structure of the Soviet industrial city (on the example of Kom-somolsk-on-Amur). *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIiproekt RAASN], 2016, no. 1(28), pp. 16–21. (in Russian)

11. Guo I. Land Use Forecasting and Planning for Spatial Urban Development. *Innovacii i investicii* [Innovation and Investment], 2018, no. 6, pp. 232–236. (in Russian)

12. 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

13. Mikhacheva S.G., Cheruvimova I.A. Design methodology for multifunctional public structures. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Science and Education Perspectives], 2018, no. 3(33), pp. 139–143. (in Russian)

14. Fesenko D.E. The main trends in Russian urban planning of the late 2000s – second half of the 2010s. *Arhitektura i sovremennye informacionnye tehnologii* [Architecture and Modern Information Technology], 2020, no. 2(51), pp. 144–166. (in Russian) DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15110

15. Danilina N.V., Saprykin Yu.V. Problems and prospects for the development of public spaces of city streets on the example of Moscow streets. *Jekologiya urbanizirovannykh territorij* [Ecology of Urbanized Areas], 2023, no. 2, pp. 90–96. (in Russian) DOI: 10.24412/1816-1863-2023-2-90-96

16. Musabirov T.A., Zakirova Yu.A. Prerequisites for the development of growth points of the Kazan agglomeration. *Izvestija Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering], 2024, no. 2(68), pp. 159–169. (in Russian) DOI: 10.48612/NewsKSUAE/68.14

17. Orlova N.G. Identity of industrial cities of Russia and the CIS in the era of globalization: analysis and methods of conservation. *Izvestija Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering], 2024, no. 3(69), pp. 216–228. (in Russian) DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.19

18. Ponomarev E.S., Arsentieva K.E. Modeling of the living environment based on the principles of dynamic architecture for extreme conditions. *Arhitektura. Restavracija. Dizajn. Urbanistika* [Architecture. Restoration. Design. Urbanistics], 2023, no. 1(1), pp. 4–12. (in Russian)

19. Grishina M.P., Ovchinnikova Y.S. Features of spatial development of the city of Leninogorsk. *Arhitektura. Restavracija. Dizajn. Urbanistika* [Architecture. Restoration. Design. Urbanistics], 2024, no. 2 (4), pp. 170–182. (in Russian)

20. Grishina M.P., Yusupova A.B. Conceptual model of the intergenerational center on the example of the Bavlinsky district of the Republic of Tatarstan. *Arhitektura. Restavracija. Dizajn. Urbanistika* [Architecture. Restoration. Design. Urbanistics], 2024, no. 1 (3), pp. 57–71. (in Russian)

Об авторе:

ГРИШИНА Мария Павловна

кандидат архитектуры, доцент кафедры
градостроительства и планировки
сельских населенных мест
Казанский государственный архитектурно-
строительный университет
420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, 1
E-mail: grishinih@yandex.ru

GRISHINA Maria P.

PhD in Architecture, Associate Professor
of the Urban Planning
and Planning of Rural Settlements Chair
Kazan State University of Architecture
and Civil Engineering
420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1
E-mail: grishinih@yandex.ru

Для цитирования: Гришина М.П. Методика единого расчета технико-экономических показателей на основе электронного моделирования // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 170–178. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.20.

For citation: Grishina M.P. Methodology for a unified calculation of technical and economic indicators based on electronic modeling. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 170–178. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.20.

Принята: 20.04.2025 г.

С. И. ЛУТЧЕНКО
А. С. ТИТОВ

ПРИНЦИПЫ РАЗМЕЩЕНИЯ СПОРТИВНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ

PRINCIPLES OF PLACING SPORTS AND RECREATIONAL AREAS ON DIFFICULT TERRAIN

Рассматриваются принципы размещения объектов спортивно-рекреационного назначения в слабоурбанизированной среде в ходе применения инструментов территориального планирования и теоретической базы исследований по данному направлению. За основу взято три существующих аналитических метода: ландшафтный анализ, территориальный анализ и графоаналитический анализ (анализ структуры). Результаты исследования трех методов используются для разнофакторного анализа территории. Предложенная авторская методика показана на примере исследования объектов спортивно-рекреационного назначения на территории Выборгского и Приозерского районов Ленинградской области с целью установления благоприятных территорий для развития спортивной и рекреационной функции.

Ключевые слова: градостроительство, анализ, исследование, плотность, расчет, рекреация, методика, связь, район, размещение

Введение

На сегодняшний день в градостроительной практике отсутствует универсальная методика анализа плотности распределения объектов, учитывающая ландшафтные, объектно-территориальные и плоскостные характеристики. Результат простого расчетного анализа распределения объектов по региональным и местным нормативам градостроительного проектирования по территории не дает представления о возможностях и условиях территории, на которой ведётся исследование.

Результат анализа по методике распределения плотности объектов спортивно-рекреационного назначения может позволить сделать перспективные предложения по развитию объектов спорта и рекреации и условиях использования территории.

Методика решает основные задачи градостроительного исследования территории, учитывает основные аспекты, уникальные черты участка и представляет обоснование в виде

This article discusses the principles of placing sports and recreational facilities in a weakly urbanized environment during the application of spatial planning tools and the theoretical basis of research in this area. It is based on 3 existing analytical methods: landscape analysis, territorial analysis and graphoanalytic analysis (structure analysis). The results of the study of three methods are used for a multi-factor analysis of the territory. The proposed author's methodology is shown by the example of a study of sports and recreational facilities on the territory of the Vyborg and Priozersky districts of the Leningrad region in order to establish favorable territories for the development of sports and recreational functions.

Keywords: urban planning, analysis, research, density, calculation, recreation, methodology, communication, area, location

картографических материалов о возможностях развития двух районов вдоль водно-озерной системы р. Вуокса.

Данная методика может быть универсальной, устойчивой к уникальным условиям: использоваться при расчете плотности любых точечных объектов, на сложных участках рельефа, в слабоурбанизированных районах. Данный способ расчета основан на множестве факторов и адаптивен к иной климатической зоне. Поэтому в зависимости от целей и задач исследования в каждой конкретной ситуации он легко может быть скорректирован, дополнен и усовершенствован дополнительными методами.

Ландшафтный анализ

Метод ландшафтного анализа территории В.Р. Крогиуса

Исследование рельефа составляет неотъемлемую часть комплексного анализа ландшафта территории [1]. Этот этап включает

в себя решение таких задач, как выделение зон, оптимально подходящих для различных видов использования, а также их оценку с точки зрения требуемых затрат на освоение и дальнейшую эксплуатацию. Кроме того, анализ рельефа способствует определению пространственных и визуальных характеристик, которые являются основой для формирования композиции градостроительного объекта.

Приведем порядок выполнения анализа [2].

Работа с рельефом начинается с *построения обобщенного рельефа местности* на основе топографических данных, где исключаются излишние детали. На этом этапе фиксируются ключевые элементы.

Следующим шагом является *составление карты уклонов*, где для каждой ячейки регулярной сетки рассчитывается средний угол наклона и его направление. Удобно классифицировать уклоны по группам, от слабых до очень крутых, с диапазонами от менее 5 до более 50 %.

Визуальный и пространственный анализ территории позволяет выявить элементы, определяющие условия восприятия градостроительного объекта. На основании обобщенных данных выделяются *однородные поверхности*, границы которых образованы водоразделами и тальвегами, влияющими на взаимосвязь между зонами.

Зонирование территории по степени пригодности для освоения проводится с учетом анализа крутизны рельефа. Определяются *зоны*, обладающие благоприятными, допустимыми или неблагоприятными характеристиками. Дополнительно исследуются участки с разной экспозицией склонов, подразделяемые по ориентации на северные, южные и другие на-

правления. Это позволяет выделить участки, наиболее подходящие для конкретных функциональных целей.

На заключительном этапе создается *сводная карта пригодности территории*, где отмечены зоны для потенциального освоения. Эти участки оцениваются по параметрам использования и возможности организации транспортной сети. Участки с неблагоприятными условиями, такими как крутые склоны, затененные или подверженные эрозии зоны, исключаются из застройки, но могут быть использованы для других целей в зависимости от особенностей градостроительной ситуации (например, крутой рельеф может быть определен под организацию горнолыжного спорта, скалолазания и других спортивно-рекреационных функций).

Применение ландшафтного анализа

Для демонстрации актуальности методики была проанализирована территория Выборгского и Приозерского районов Ленинградской области на предмет размещения объектов спортивно-рекреационного назначения.

Использование компьютерной вычислительной мощности позволяет упростить этот метод до трёх этапов (рис. 1). С помощью программного обеспечения QGIS на основе актуального рельефа местности (рис. 2) было определено значение уклона рельефа в любой точке без ручного расчета. Далее, полученные значения переведены в планограмму благоприятных ландшафтных условий (рис. 3) для дальнейшей комплексной работы с остальными схемами, полученными из других методов анализа.

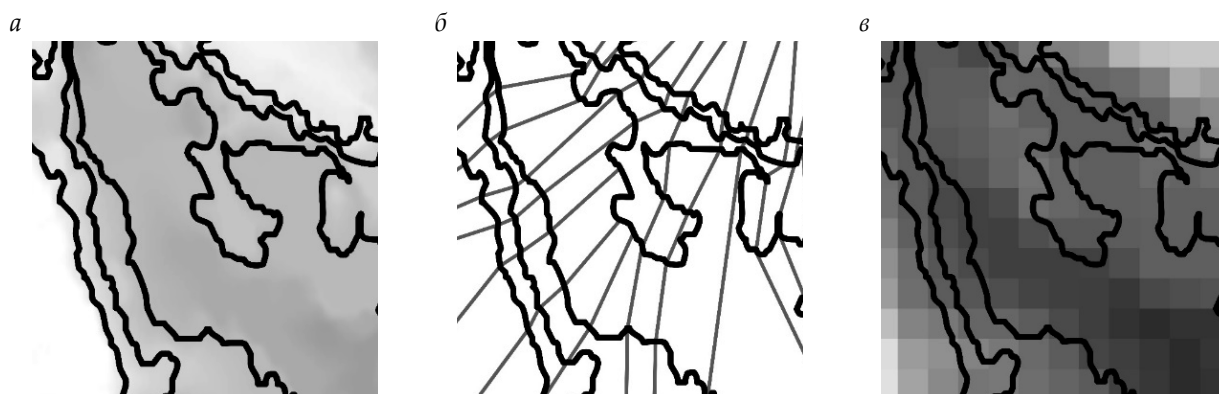


Рис. 1. Этапы анализа и оценки рельефа территории. Выделение площадок под жилую застройку:

а – строится генерализованный рельеф местности; б – строится схема распределения территории по уклонам; в – строится результирующая сводная планограмма

Fig. 1. Stages of the analysis and assessment of the terrain of the territory. Allocation of sites for residential development: а – generalized terrain is being built; b – a scheme for the distribution of territory by slopes is being built; c – the resulting summary planogram is being built

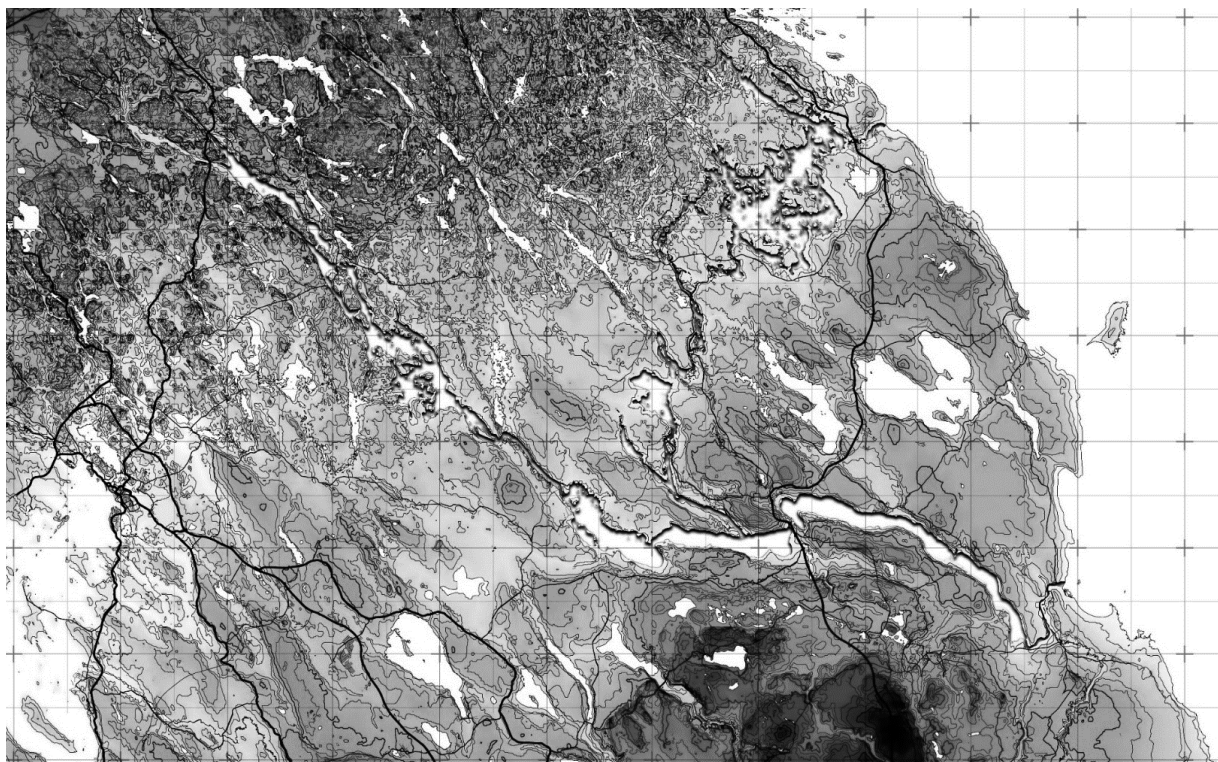


Рис. 2. Карта рельефа территории Выборгского и Приозерского районов Ленинградской области
Fig. 2. Relief map of the Vyborgsky and Priozersky districts of the Leningrad region

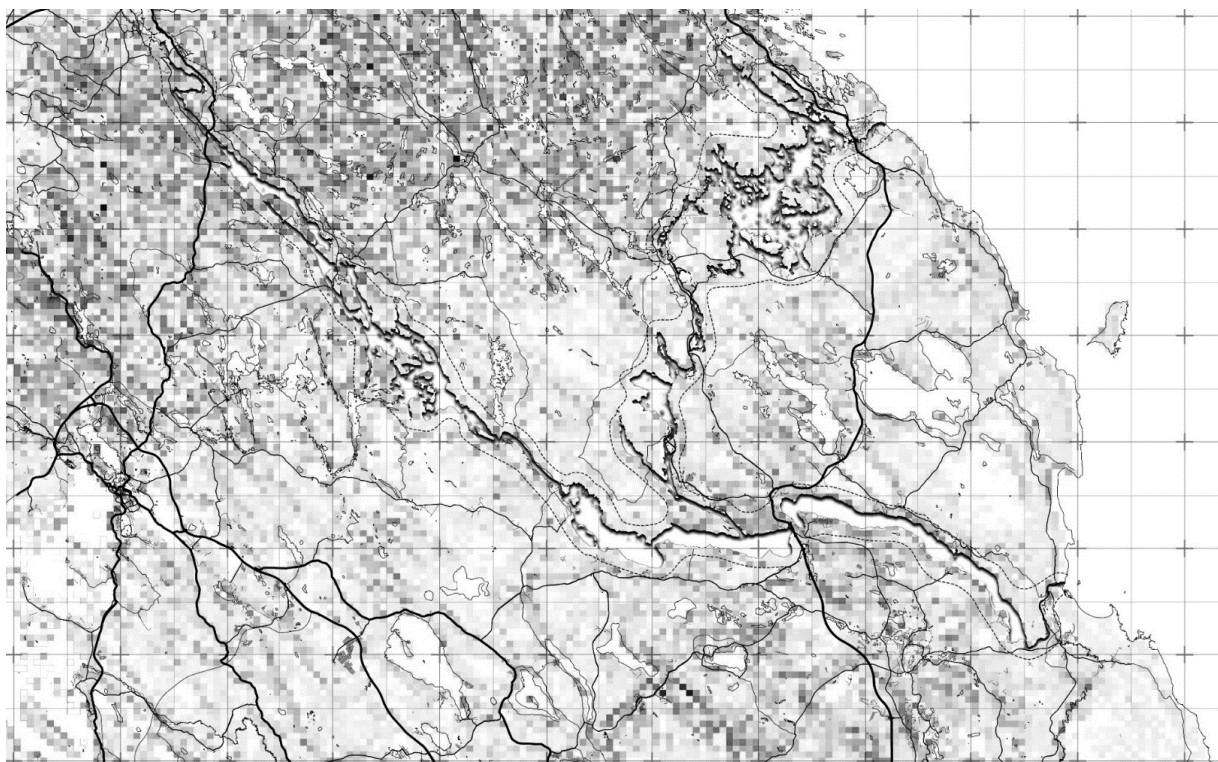


Рис. 3. Сводная планограмма благоприятных ландшафтных условий (исходя из уклонов рельефа)
Fig. 3. Summary planogram of favorable landscape conditions (based on terrain slopes)

Плоскостной анализ

Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании

В основу данного метода легла методика авторов работы [3] с анализом плотности распределения объектов по территории района (рис. 4). В методике при суммировании окружающих ячеек планограммы также учитывается удалённость ячейки от центра.

Исследование плотности является ключевым инструментом для установления реальных границ функционального влияния пространственно-распределённых объектов [4]. В процессе анализа оценивается степень распределённости интересующих характеристик, таких как численность населения или плотность размещения инфраструктурных объектов на территории. Такой подход помогает выделить зоны, где наблюдается наибольшая концентрация элементов, например центральные районы города. Помимо этого, анализ позволяет зонировать территорию в зависимости от уровня доступности и условий предоставления услуг, а также изучить динамику транспортных потоков для более глубокого понимания структуры и функционирования пространства.

Применение плоскостного анализа

При расчете плотности спортивных-рекреационных объектов (рис. 5) было принято решение рассчитывать не фактическое количество спортивных объектов, а единовременную вместимость всех спортивных объектов в ячейке (из-за большого расхождения типологии объектов спортивно-рекреационного назначения).

При построении планограммы размер ячейки в планограмме анализа плотности должен быть кратен размеру ячейки в планограмме благоприятных ландшафтных условий.

Объектно-территориальный анализ

Метод районирования территории города по интенсивности связей П. Хазгета

Рационирование городской территории базируется на принципе, согласно которому интенсивность взаимодействий между районами прямо пропорциональна численности их населения и обратно пропорциональна расстоянию между ними [5]. Для реализации задачи территория города делится на расчетные зоны, для которых определяется численность жителей и расстояния до всех остальных зон. Расстояния рассчитываются с использованием данных транспортной сети и выражаются либо в единицах длины (километры), либо во времени (минуты). Для каждого района на основе специальной формулы оценивается интенсивность связей с другими районами.

$$Q = \frac{\Delta n_i}{\Delta L_{ij}},$$

где Δn_i – население района отправления; ΔL_{ij} – расстояние между районами отправления (i) а прибытия (j).

Данные о связях между районами заносятся в матрицу, где фиксируются наиболее значимые потоки для каждого района отправления. Центральными точками системы становятся зоны, куда поступают максимальные объёмы

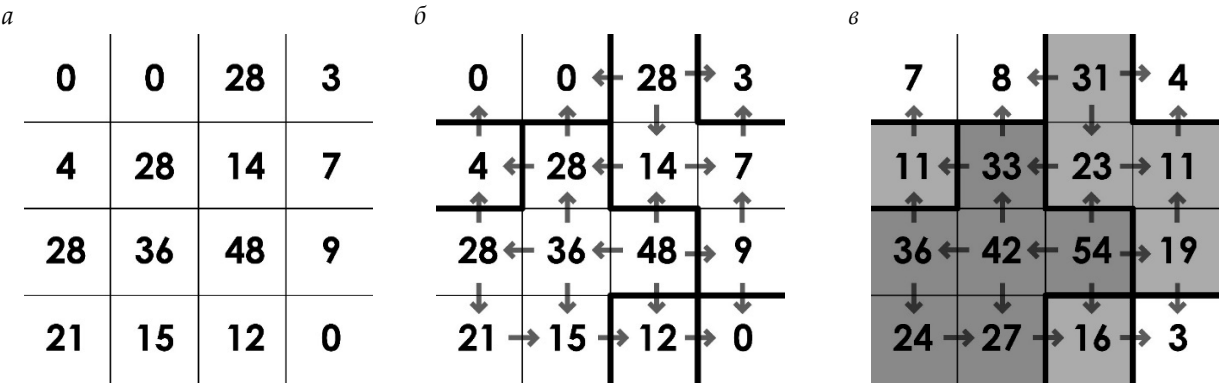


Рис. 4. Этапы анализа и расчета плотности объектов:
а – выполняется сбор сведений о размещении объектов на территории; б – строится планограмма;
в – выполняется дисперсный расчет значения в каждой ячейке

Fig. 4. Stages of object density analysis and calculation: a – information is being collected about the location of objects on the territory; б – a planogram is being built; c – a dispersed calculation of the value in each cell is performed

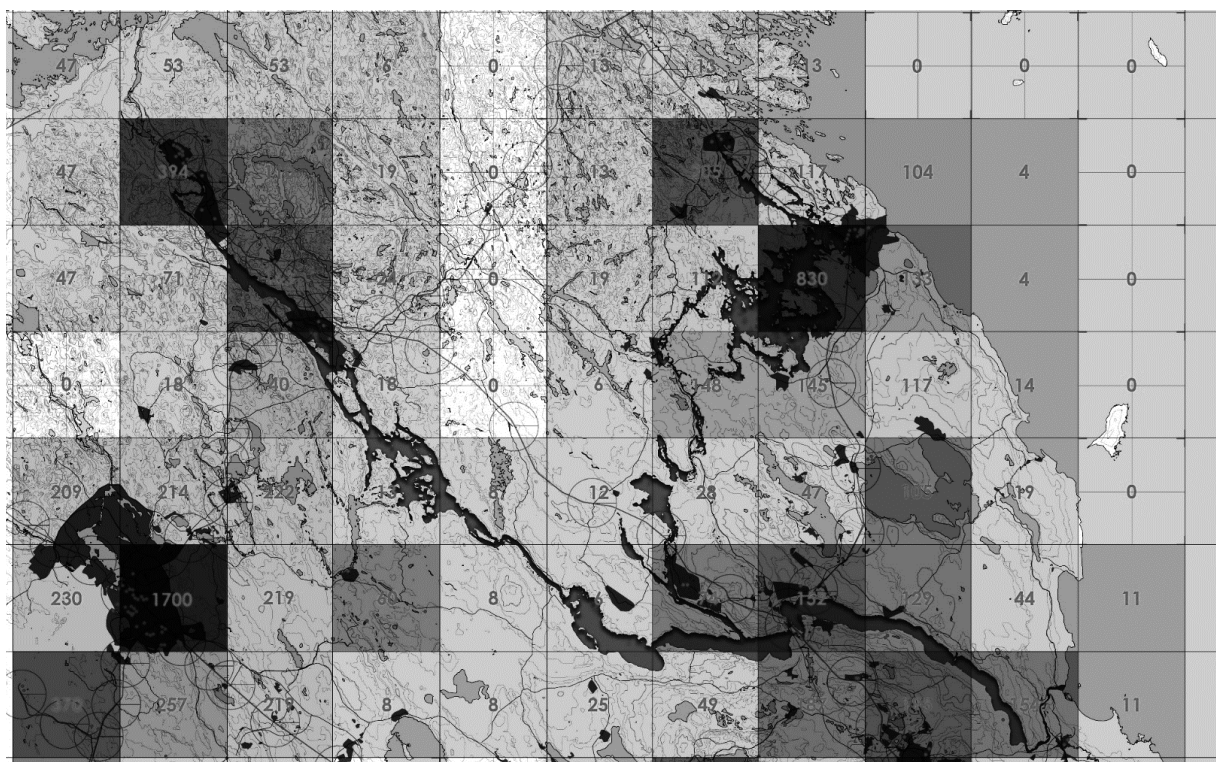


Рис. 5. Планограмма плотности размещения спортивных объектов

Fig. 5. Planogram of the density of sports facilities

потоков, превышающие исходящие из этих зон. Это позволяет не только распределить зоны по рангу их связности, но и выделить в структуре города планировочные районы (рис. 7).

Затем районы связываются друг с другом векторами. Визуализация этих связей на карте позволяет наглядно отобразить степень и структуру связей между разными районами, а также интенсивность потока, входящего в каждую из зон. Такая иерархическая организация иллюстрирует узловое устройство территории города, определяет его пространственную структуру и отражает относительную значимость различных внутренних потоков.

Система ранжирования зон также используется для организации мест культурно-бытового обслуживания населения. Узлы высшего ранга становятся основными центрами общегородского значения, тогда как остальные центральные зоны формируют уровни планировочной системы. Величина входящего потока в определенный расчетный район используется для обоснования емкости необходимых объектов обслуживания и расчета их пропускной способности. Роль района в системе городских связей позволяет определить группы населения, которые он обслуживает, и спрогнозировать потребности в инфраструктуре.

Этот метод может быть применен для проверки готового проектного решения, выбора наиболее рационального варианта планировочной структуры города на стадии проектирования, а также для определения оптимального расположения городского центра и других объектов обслуживания различных уровней.

Применение объектно-территориального анализа

В качестве исследуемых районов при анализе слабоурбанизированной среды на исследуемой территории Выборгского и Приозерского

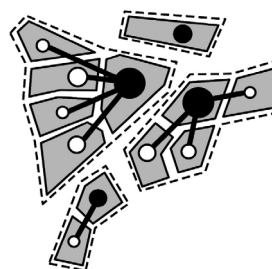


Рис. 6. Построение иерархии узлов и районирование территории города по интенсивности связей

Fig. 6. Building a hierarchy of nodes and zoning the city territory according to the intensity of connections

районов Ленинградской области выступили все населенные пункты с населением более 1 тыс. человек, а также три населенных пункта, которые находились в непосредственной близости к объекту исследования (реке Вуокса).

Полученная схема иерархических взаимосвязей населенных пунктов (рис. 7) стала проектно-теоретической моделью методики распределения плотности рекреационных объектов.



Рис. 7. Итоговая проектно-теоретическая модель

Fig. 7. The final design and theoretical model

Вывод

Исследуемые три метода были использованы вместе для комплексного анализа и выявления перспективных территорий для градостроительного развития спортивно-рекреационных территорий.

Данная методика была успешно применена при расчете спортивных объектов на территории Приозерского и Выборгского районов Ленинградской области. Получена схема с отображением существующих объектов и благоприятных территорий, рекомендуемых под развитие спортивной функции с учетом особенностей рельефа и интенсивностью связей между поселениями Ленинградской области согласно документам территориального планирования: СТП Ленинградской области, СТП Приозерского района, СТП Выборгского района, Генерального плана Ленинградской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лутченко С.И. Территориально-планировочная организация туристской инфраструктуры Ленинградской области: дис. ... канд. арх-ры: 2.1.13. СПб., 2023. 266 с.
2. Крогуис В.Р. Город и рельеф. М.: Стройиздат, 1979. 124 с.
3. Якшин А.М., Говоренкова Т.М., Стрельников А.И. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. М.: Стройиздат, 1979. 204 с.
4. Вильнер М.Я. Методологические основы учета объективных закономерностей развития территории в управленческой деятельности, определяющей характер ее обустройства: монография. Омск, 2020. 204 с.
5. Haggett P. Geography: A global synthesis. Harlow. N.Y.: Pearson Hall. 2001.

REFERENCES

1. Lutchenko S.I. *Territorial'no-planirovochnaja organizacija turistskoj infrastruktury Leningradskoj oblasti. Cand, Diss.* [Territorial planning organization of tourist infrastructure of the Leningrad region. Cand. Diss.]. St. Petersburg, 2023. 266 p.
2. Krogus V.R. *Gorod i rel'ef* [City and Relief]. Moscow, Stroyizdat, 1979. 124 p.
3. Yakshin A.M., Govorenkova T.M., Strelnikov A.I. *Grafoanaliticheskij metod v gradostroitel'nyh issledovaniyah i proektirovanii* [Graphoanalytical method in urban planning research and design]. Moscow, Stroyizdat, 1979. 204 p.
4. Vilner M.Ya. *Metodologicheskie osnovy ucheta obektivnykh zakonomernostej razvitiya territorii v upravlencheskoj dejatel'nosti, opredelajushhej karakter ee obustrojstva: monografija* [Methodological basis for taking into account objective laws of territory development in management activities that determine the nature of its arrangement: monograph]. Omsk, 2020. 204 p.
5. Haggett P. *Geography: A global synthesis*. Harlow. N.Y.: Pearson Hall. 2001.

Об авторах:

ЛУТЧЕНКО Сергей Иванович

кандидат архитектуры, доцент кафедры градостроительства
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Красноармейская, 4
Главный архитектор Ленинградской области,
Первый заместитель председателя Комитета градостроительной политики Ленинградской области
Комитет градостроительной политики Ленинградской области
191023, Россия, г. Санкт-Петербург, пл. Ломоносова, 1
E-mail: serg.lutchenko@yandex.ru

ТИТОВ Артём Сергеевич

архитектор 2 категории
ООО «Архитектурное Бюро «А. Лен»
191014, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Короленко, 7
E-mail: artyomtitoff@yandex.ru

LUTCHENKO Sergey Iv.

PhD of Architecture, Associate Professor of the Urban Planning Chair
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
190005, Russia, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya st., 4
Chief Architect of the Leningrad Region,
First Deputy Chairman of the Committee for Urban Planning Policy of the Leningrad Region
Leningrad Region Urban Development Policy Committee
191023, Russia, St. Petersburg, Lomonosov sq., 1
E-mail: serg.lutchenko@yandex.ru

TITOV Artem S.

Architect category 2
LLC Architectural Bureau A. Len
191014, Russia, St. Petersburg, Korolenko st., 7
E-mail: artyomtitoff@yandex.ru

Для цитирования: Лутченко С.И., Титов А.С. Принципы размещения спортивно-рекреационных территорий на сложном рельефе // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 179–185. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.21.

For citation: Lutchenko S.I., Titov A.S. Principles of placing sports and recreational areas on difficult terrain. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 179–185. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.21.

Принята: 31.03.2025 г.

Г. А. ПТИЧНИКОВА

**«УМНЫЙ ГОРОД» И ЕГО «УМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА»:
КРИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ****“SMART CITY” AND “SMART URBAN SPACES”: CRITICAL ASPECTS**

Информационно-технологическая революция и связанное с ней появление социальных сетей обусловили феномен сращения виртуального и реального мира, а соответственно и кардинальное изменение среды обитания человека. Современный город превращается в гибридное пространство, в котором переплетаются и скрещиваются физическое (тектоническое) и нематериальное (виртуальное, цифровое) пространства. Целью исследования стало выявление проблем реализации концепции «умный город» и особенностей формирования «умных пространств», основой создания которых стали информационные технологии. В статье раскрываются критические стороны функционирования этих новых пространственных образований и обозначены препятствия на пути «умных трансформаций» городов, в числе которых высокая стоимость и коммерческая направленность цифровизации городов, неподготовленность исторически сложившейся городской структуры и застройки, неготовность части общества использовать постоянно обновляемые технологии и многочисленные приложения.

Ключевые слова: «умный город», «умные городские пространства», архитектура, трансформации городской инфраструктуры, информационные технологии

Введение

Развитие информационных и компьютерных технологий, начиная со второй половины XX в. и стремительно продолжающееся в XXI в., тесно связано с их проникновением в мир жизненного пространства человека. Эта стремительная инвазия приводит к усложнению объемно-пространственной организации городской среды, изменениям визуального облика города, трансформациям в архитектурной деятельности. В этой связи актуальность приобретают исследования, связанные с необходимостью пересмотра извечно объекта преобразования архитектуры – самого пространства обитания человека, а именно пространства города и его общественных пространств.

В настоящей статье исследуются проблемы реализации концепции «умный город» и перспективы развития «умных городских про-

The information technology revolution and the associated emergence of social networks have caused the phenomenon of fusion of the virtual and real worlds, and, accordingly, a radical change in the human environment. The modern city is turning into a hybrid space in which physical (tectonic) and intangible (virtual, digital) spaces are intertwined and crossed. The aim of the study was to identify the problems of implementing the “smart city” concept and the prospects for the development of “smart urban spaces” created and functioning based on information technology. The author expresses a critical view on the total implementation of the smart city concept and identifies obstacles to the “smart transformation” of cities: the high cost of digitalization of cities, the unpreparedness of the historically established urban structure and development, the unwillingness of part of society to use constantly updated technologies, and numerous applications are becoming serious.

Keywords: smart city, smart urban spaces, architecture, transformation of urban infrastructure, information technology

странств», созданных и функционирующих на основе информационных технологий.

Объектом исследования стали «умные города» и «умные городские пространства». В том числе изучались как вновь построенные «умные города» (в Сколково и Иннополис (Россия), Сонгдо (Южная Корея), Сунъюань (Китай), так и исторически сложившиеся города, которые усиленно адаптируются под параметры и инфраструктуру «умных городов». В статье используются как синонимы «умного города» термины: «смарт-сити», «Smart City».

Проблеме изучения новых явлений в современном городе в условиях информационного общества посвящены исследования целого ряда отечественных и зарубежных специалистов. Использование «больших данных» в городском планировании, вопросы внедрения технологий «умного города» в сложившиеся города и созда-

ние новых «умных городов» рассматривались в работах отечественных ученых Г.В. Есаулова, С.Н. Максимова, Н.А. Колодий, В.П. Куприяновского. Социально-информационные обмены и интерактивность городской среды изучали М. Бомер, П.Т. Фишер, С. Маккуайр, Н. Мемарович, М. Струппек и другие. В нашей стране работает несколько организаций, в том числе Минстрой РФ, Высшая школа экономики, Сколково, ИТМО (СПб), МГУ, Центр стратегических разработок «Северо-Запад», Ростех, Росатом и ряд других, в которых ведется исследование внедрения концепции «умного города» в российскую действительность. Среди зарубежных специалистов особо выделим критические работы по отношению к концепции «Smart Cities» ирландского географа Р. Китчина, канадского исследователя У.Сенгупта, американского писателя и урбаниста А. Гринфилда.

Дискурс «умного города»

Термин «умный город» является расплывчатым, но в целом он стал обозначать город, интенсивно использующий разнообразные информационные технологии для эффективного функционирования всех своих служб и систем [1]. В документах ООН «умный город» определен как «инновационный город, использующий информационно-коммуникационные технологии и другие средства для повышения уровня жизни, эффективности деятельности и услуг в городах, а также конкурентоспособности при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений в экономических, социальных, культурных и природоохранных аспектах» [2].

Анализ теоретических работ, посвященных теме «умного города», показал, что единые подходы к пониманию такого типа городов еще формируются [3]. Так, российский урбанист В.А. Глазычев отмечал, что «умный город» – попытка реформирования городов в соответствии с потребностями современного общества», подчеркивая социальный запрос на городскую трансформацию по мере внедрения информационных технологий в жизнедеятельность человека [Цит. по: 4]. Тем не менее за период реализации этой концепции ясности в том, чем отличается «умный город» от «неумного», кроме наличия в нем камер слежения, датчиков, доступного Интернета, смарт-телефонов в руках горожан и приложений в них, а также аналитических центров, куда стекается информация, на первый взгляд, немного. Российский социолог К.А. Пузанов отмечает, что в основном в настоящее время преобладает упрощенный технократический взгляд на «смарт-сити», что «создает ощущение, в том числе на управленческом уровне, моментального урегулирования городских вопросов посредством вне-

дрения «умных инициатив». Спрос порождает предложение, и появляется целая индустрия «умных городов» [5].

Американский исследователь А. Гринфилд по поводу большого многословия по теме «умных городов», но скудной конкретной информации писал так: «Вся эта идея в целом остается обескураживающе бедной в плане конкретики. Всякий, кто пытается разобраться в том, к чему она ведет – из абстрактного интереса или в применении к конкретным локальным вопросам, – сталкивается с тем, что основной информации очень мало: в основном в его распоряжении оказываются пресс-релизы компаний, преследующих собственные интересы, и льстивые статьи в блогах» [6]. Ирландский профессор Р. Китчин настаивает, что «в интерпретации содержания концепта “Smart City” превалируют технократические идеи, пропагандирующие достижение удобства и комфорта городской среды через IT-системы и технологии» [7]. В доминирующем дискурсе развития об «умных городах» чаще всего проводятся исследования мультипликаторов экономических выгод от проектов «умных городов» или распределения этих экономических выгод.

Проекты трансформации городов в «смарт-сити» существуют фактически на всех континентах и в последние годы особенно актуальны в России. Каким образом реализуется эта концепция в нашей стране? В России стремительное движение в сторону «умных городов» началось в 2018 году, когда Минстрой РФ принял стандарт «Умный город», в котором представил свое видение концепции [8]. В этой работе было выделено девять основных направлений, среди которых упоминалось такое направление, как «инновации для городской среды», т. е. то, что касается непосредственно архитекторов.

Для реализации проекта Минстрой РФ заключил договоры сначала с 19 городами-пилотами из 11 регионов России, в рамках которого в инфраструктуру этих городов началось внедрение информационных технологий. В настоящее время число городов, в которых в той или иной мере реализуется концепция «умный город», превышает 200 населенных мест. В 2019 г. Минстрой РФ совместно с МГУ разработал индекс «IQ городов», сформированный для определения эффективности цифровизации, технологических решений и сервисов, которые внедряются в российских населенных пунктах. В 2024 г. первые пять мест среди крупнейших городов заняли Москва, Санкт-Петербург, Казань, Екатеринбург и Пермь. Самара и Волгоград занимают в этом рейтинге 10-е и 11-е места [8].

Эксперты отмечают, что в нашей стране планируется «переход от модели смарт-сити к новой модели «умный город, ориентированный на человека» (Human Smart City, HSC) или

«гуманный умный город» с активным привлечением людей к процессу цифровизации городских пространств» [9]. Но однозначного решения о том, какой «умный город» необходим российскому обществу, нет. В этой связи уместно привести результаты исследования российских социологов из Национального исследовательского Томского политехнического университета. В ходе исследования был проведен дискурс-анализ высказываний в сети о перспективах реализации концепции «умный город» в России [9]. Для нашего исследования из общих результатов, полученных томскими социологами, выделим три модели «умного города», которые в настоящее время получают поддержку. Первая модель – технократическая, в которой предлагается использовать все более новые и новые технологии цифровизации, что, по мысли адептов, позволит преодолеть цифровое неравенство городов России. Продвижением этой модели занимаются IT-фирмы, IDC Россия и СНГ, корпорации типа CEO SmartyCRM.ru. Вторая модель более интересна с точки зрения пространственно-планировочного развития городов. Основой этой модели является формирование полицентрической структуры городов для создания отдельных «умных районов» как в центральных частях города, так и в пригородах. Эта модель поддерживается федеральными, региональными и муниципальными властями. Третья модель – связана как раз с реализацией гуманистической модели «умного города», с активным участием местного населения. За эту модель выступают представители различных общественных организаций.

«Smart пространства» в городах и их типы

В этом разделе разберем, каким образом формируются «умные городские пространства» и какие типы «умных пространств» появляются в настоящее время в городах.

Анализ десятков заявленных как «умные» городских пространств показал, что для «смартизации» традиционной городской площади или улицы необходимо их насыщение различными информационными технологиями. Информационная инфраструктура «умной площади», «умной улицы» или «умного квартала» должна включать свободный доступ к Интернету (Wi-Fi). Сюда же можно отнести мобильное приложение быстрого реагирования, устанавливаемое на смартфон. Дополнительными элементами «умного пространства» являются находящиеся на ней электронные информационные табло. «Умными» могут быть и элементы городского дизайна (городская мебель, малые архитектурные формы, фонтаны и т. п.). Они становятся частью информационной структуры, интерактивными

или медийными объектами, дополняя эту новую городскую среду [10].

Анализ различных проектов, как реализованных, так и оставшихся в стадии концепции, показал, что «умные пространства» разделяются на две группы – универсальные пространства (для всех граждан) и специализированные пространства, имеющие ярко выраженную направленность на своего потребителя.

Одним из отечественных примеров внедрения концепции «умного города» в пространство города показал проект в Самарской области, которая была включена в качестве пилотной площадки в федеральную программу «Умный город. Успешный регион» [11]. Проект предложил создание нескольких типов пространств: «умный квартал», «умная улица», «умная площадь». Эти «умные пространства» сосредоточились в историческом центре Самары, который рассматривался, согласно проекту, как главная зона градостроительных преобразований. В частности, изменения должны коснуться центральной городской площади и Хлебной площади.

В зарубежной практике также можно найти примеры, когда исторические площади приобретают статус «умных пространств». Так, в Милане, который активно продвигает концепцию «умного города», в настоящее время реализуется проект реконструкции площади Пьяцца Веласка, которая расположена рядом со знаменитой Торре Веласка, одним из знаковых объектов города. Формируется пешеходная площадь с новой системой освещения, уличной мебелью, доступным подключением к Интернету, которая станет местом социальной активности горожан.

Кроме универсальных, существует большое разнообразие специализированных «умных пространств», рассчитанных на ту или иную группу потребителей. Сразу можно выделить ориентированность на дифференциацию по возрасту, а именно площадки для детей и для пожилых людей. Образовательные парки для детей с использованием возможностей информационных технологий появились уже достаточно давно. Известным примером является «Кинетический сад» при центре науки Сингапура (SCS), который возник больше 20 лет назад.

В России тема развития «умных городских пространств» для детей стала активно обсуждаться с 2022 г. «Умные детские площадки» были объявлены как новый и необходимый компонент городской среды. Основными функциями таких площадок является образовательная и игровая деятельность. Некоторые площадки могут представлять собой музей под открытым небом, где дети все смогут трогать руками и в игре с помощью специальных устройств изучать историю, физические законы и другие явления. Основными пользователями этих площадок предпола-

гаются младшие школьники до 12 лет. Первые «умные детские площадки» появились в Сочи, Симферополе и ряде других городов. Примером реализации нового тренда можно назвать сооружение в Волгограде «умной детской площадки» в ходе реконструкции проспекта Metallургов. Инновационная детская зона согласно проекту будет включать 8 модулей: «Знаменитые композиторы», «Азбука Морзе», «Музыкальные инструменты», «Кинематограф», «Плавучий маяк», «Театр теней», «Слушай город», «Электрическая цепь».

«Умные площадки» для пожилых людей предназначены для создания комфортной безбарьерной среды и интеграции стареющего населения в городское общественное пространство [12]. В качестве наглядного примера можно назвать площадки, созданные в результате разработки проекта UrbanLife+ в Германии. Проблема одиночества стареющего населения, их уединенности становится новой темой в городском планировании общественных пространств. Целью проекта UrbanLife+ стало создание «умных площадок» для пожилых людей, чтобы побудить их к прогулкам по городу. Для этого ряд городских открытых пространств в Мюнхене предложено было преобразовать с помощью инновационных подходов взаимодействия человека и технологий. В число компонентов таких умных площадок для пожилых людей вошли: адаптивная система освещения зоны, по которой можно пройти во время прогулки, парковая скамейка, которая приспосабливается к индивидуальной высоте сидения человека, информационные стенды, которые предоставляют персонализированную информацию о городском пространстве, которое возможно посетить [10].

В число специализированных «умных пространств» входят также такие объекты, как спортивные парки и инклюзивные площадки, предназначенные для людей с различными заболеваниями. Примером спортивного объекта является умный спортивный парк ОРДОС в Китае. В нем создана общая система управления для работы и взаимодействия с людьми, которая управляет освещением, оборудованием для очистки воды, осуществляет мониторинг движения на беговых и пешеходных дорожках, контролирует информационную систему для направления слепых людей, а также наблюдает за зарядными станциями для электронных терминалов под затеняющими навесами, работающими от солнечной энергии.

Анализ «умных городских пространств» позволил выявить объекты, связанные с информационными технологиями:

- умные городские светильники (фонари), позволяющие регулировать освещение в зависимости от различных факторов;

- умная городская мебель, в которую интегрированы различные датчики, цифровые дисплеи, точки доступа Wi-Fi;

- информационные экраны, панели, табло, боксы, киоски;

- малые архитектурные формы;

- умные тренажеры;

- различные элементы ограждения, в том числе и со звуковым сопровождением (для слепых и слабовидящих);

- мусорные контейнеры и урны;

- камеры видеонаблюдения;

- датчики, в том числе противопожарные.

Оценка новых трендов развития «умных элементов» городской среды показывает большой интерес к проектированию инновационной городской мебели. В России популярностью пользуется «умная скамейка» Smartчейн версия 3.0, которая может работать в интерактивных режимах «Игры» или «Рисования», управляемых с помощью специального приложения. Smart-скамейки могут стать новым объектом для экспериментов стрит-арта или использоваться как доска объявлений. Иными словами, в инновационном подходе к городскому дизайну «умные скамейки» занимают центральное место, улучшая общественные пространства, такие как парки, площади, автобусные остановки, вокзалы, аэропорты и торговые центры.

Критические аспекты

В настоящее время концепция «умного города» распространилась по всему миру, преодолевая государственные границы как стран Запада, так и стран Востока. Реализация концепции «умного города» идет в различных странах мира на национальном уровне, бюджеты огромны. Однако внедряемые программы «умные города» мало адаптированы к тем реальным городам, в которые они проникают с такой легкостью. Независимо от того, какой бы город мы не рассматривали – Москву, Милан, Барселону, Сонгдо, везде наблюдаются одинаковые решения: умные парковки, умная транспортная система, мусороудаление, энергосбережение, освещение. Б. Кохен подчеркивает, что «концепция «умный город» – это успешная идея глобализма, проталкиваемая транснациональными корпорациями и IT-компаниями» [13]. Однако не надо обманываться в том, что «умные города» делают жизнь людей лучше. В цифровых технологиях за всем их внешним блестящим фасадом стоит, прежде всего, коммерческий императив [14]. Высокая стоимость тотальной городской цифровизации, неподготовленность исторически сложившейся городской структуры и застройки, а также, скажем честно, неготовность общества и нежелание жителей городов использовать постоянно обнов-

ляемые технологии и многочисленные приложения становятся серьезными препятствиями на пути умных трансформаций городов.

Вопросы кибербезопасности, конфиденциальности данных и уязвимости систем также являются дополнительными рисками и требуют особого внимания при реализации таких проектов. И самое главное – это зависимость от технических систем, которая может привести к потенциальным сбоям и проблемам в эксплуатации при возникновении неполадок в системе энергоснабжения города.

Отдельно подчеркнем социальные проблемы разрастания «умной городской среды». Некоторые исследователи утверждают, что по мере того, как города становятся более умными, ускоряется процесс «отупения» людей за счет потери контроля над тем, как используется город [14, 15]. Современный человек, избалованный цивилизацией, не испытывает со стороны городской среды никакого сопротивления при потреблении благ, пишет американский социолог-урбанист Р.Сеннет. Он утверждает, что «на самом деле наш мир наполнен невероятным количеством вещей, которые «идеальны» и «адаптированы» для использования: можно нажать на пульт или кнопку – устройства выполнят требуемое действие» [16]. Поэтому людям незачем «прилагать усилия, для того чтобы получить что-то необходимое для себя, в результате человек перестает мыслить» [17, с. 42]. И в заключении Сеннет констатирует, что «человек дистанцируется от непосредственного процесса эксплуатации вещей, удаляется от их сути, в результате он утрачивает способность создавать действительно хорошие вещи» [18].

Рассматривая в этом же критическом аспекте «умные общественные пространства» городов, которых становится все больше в последние 10–15 лет, зададимся вопросом, стала ли городская среда более умной, чем была раньше? Ответ очевиден: нет, не стала. Да, улучшается движение общественного транспорта, работа парковок, становится более эффективным энергосбережение, а также система мусороудаления, усилилась безопасность городской среды в связи с работой камер слежения. Но достаточно ли этого, чтобы сказать, что городские общественные пространства и в целом городская среда внезапно «поумнели»? «Умная городская мебель», которая действительно становится инновационным компонентом городской среды, слишком дорого стоит, чтобы она могла полностью заменить традиционные скамейки.

Заключение

Одним из достижений в градостроительной теории 1990-х гг. стала идея создания «Smart City» города, управление и функционирование кото-

рого осуществляется путем сбора и обработки больших информационных данных, прежде всего по таким направлениям, как управление, ЖКХ, городской общественный транспорт, освещение, энергопотребление, системы общественной и экологической безопасности, система социальных услуг. Практика последних двух десятилетий показала проблемы внедрения концепции «умного города» в жизнь современных городов. Часто обсуждение темы «умных городов» сосредоточено вокруг использования и внедрения все более новых технологий, а не на жителях городов и не на том, как будет формироваться новый облик городов. В странах с низким уровнем дохода «умные города» не имеют отношения к большинству городского населения, которое живет в бедности с ограниченным доступом к основным услугам. Опыт функционирования «умных городов» показывает, что среди негативных последствий наблюдается «точечная цифровизация», недостижение «сетевого эффекта», когда «цифровизация оказывается не драйвером, а следствием развития отдельного региона и тем самым не реализует сценарий по выравниванию развития менее ресурсных регионов и ускоренному росту в них качества жизни» [9]. Дальнейшее внедрение в жизнь концепции «умных городов» может усилить неравенство и маргинализацию общества. Также возникают вопросы о том, кто собирает, интерпретирует и хранит эти «большие данные», кто ими пользуется.

В целом, проанализировав «умные города» как в нашей стране, так и за рубежом, можно сделать вывод, что такие города «умны» пока лишь в узком смысле слова. Их создание и деятельность основаны на значительно большем количестве данных и производной информации, чем было доступно ранее, в доинформационных обществах, но это не означает, что «умные города» стали панацеей для градостроительства нашего времени.

«Умные городские пространства» – это вариации информационно-технологической модели современных общественных пространств мегаполисов, оформляющихся и интенсивно развивающихся в условиях цифровой культуры. Примерами таких технологий могут быть системы управления энергопотреблением, уличное освещение на основе датчиков движения, беспроводной доступ в Интернет, а также системы мониторинга обстановки на площадях. При этом внешние формы городского пространства остаются узнаваемыми, не показывающими наружу свою электронную начинку. Из трендов развития городских умных пространств выделим их усиливающуюся специализацию: по демографическому признаку (для детей и для пожилых людей), для маломобильных групп и инвалидов. Вместе с тем развиваются и универсальные городские пространства.

Современная *Idée fixe* заключается в подчинении среды жизнедеятельности городов и поселений искусственному интеллекту и дигитализации. Вместе с тем можно сказать, что человечество в своем увлечении создания «умных городов» может через некоторое время столкнуться с неожиданными последствиями, которые затронут уже не искусственную среду обитания, а человеческие способности. Это и ориентация в пространстве, и знание о своем месте жительства, и связь с природным миром, и способность к живому общению друг с другом. И, возможно, хорошо, что «умные города» и «умные городские пространства» еще не стали умнее самих горожан.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2024–2026 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Есаулов Г.В. «Умный» город в цифровой экономике // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 4. С. 68–74.
2. The UNECE – ITU Smart Sustainable Cities Indicators (2015) [Электронный ресурс]. URL: <https://unece.org/housing/smart-sustainable-cities#:~:text=UNECE%20approach%20to%20Smart%20Sustainable%20Cities&text=This%20means%20reducing%20gaps%20in,cities%20more%20conductive%20to%20innovation Date> (дата обращения: 15.11.2024).
3. Ратти К., Клодел М. Город завтрашнего дня: сенсоры, сети, хакеры и будущее городской жизни / пер. с англ. Е. Бондал. М.: Изд-во Института Гайдара, 2018. 239 с.
4. Иванова Е.Г. «Умная» трансформация городов: возможности и риски: презентация [Электронный ресурс]. URL: <https://social.hse.ru/data/2018/03/05/1165848180/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%205.pdf> (дата обращения: 15.11.2024).
5. Пузанов К.А., Шубина Д.О. «Умный город» или «умность» города: эффективность использования городских инноваций в США // Городские исследования и практики. 2019. Т. 4, № 1. С. 29–42.
6. Greenfield A. Against the smart city. New York: Do Publications. 2013. 147 p.
7. Kitchin R. The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*. 2014. V. 79. N. 1. pp. 1–14.
8. Ведомственный проект «Умный город». Проектная дирекция Минстроя России [Электронный ресурс]. URL: <https://pdminstroy.ru/vedomstvenniy-proekt-umnyi-goro> (дата обращения: 15.11.2024).
9. Колодий Н.А., Иванова В.С., Гончарова Н.А. Умный город: особенности концепции, специфика адаптации к российским реалиям // Социологический журнал. 2020. Т. 26, № 2. С. 102–123.
10. Kitchin R. Data-driven, networked urbanism: The Programmable City [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spatialcomplexity.info/files/2015/08/SSRN-id2641802.pdf> (дата обращения: 15.11.2024).
11. Ахмедова Е.А., Вавилонская Т.В. Принципы поэтапной реорганизации архитектурно-пространственной структуры городской среды на основе инновационных технологий // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 2. С. 68–79. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.10.
12. Hubl M., Skowron P., Aleithe M. Towards a Supportive City with Smart Urban Objects in the Internet of Things: The Case of Adaptive Park Bench and Adaptive Lights. Position Papers of the 2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS). *Annals of Computer Science and Information Systems (ACSIS)*. 2018. pp. 51–58.
13. Cohen B. The Top 10 Smart Cities On The Planet [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fastcodesign.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet> (дата обращения: 15.11.2024).
14. Cohen B. What exactly is a smart city? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> (дата обращения: 15.11.2024).
15. McGuire M. Beyond flatland: when – smart cities make stupid citizens [Электронный ресурс]. URL: <https://cityterritoryarchitecture.springeropen.com/articles/10.1186/s40410-018-0098-0#citeas> (дата обращения: 15.11.2024).
16. Sennett R. The Stupefying Smart City [Электронный ресурс]. URL: <http://opentranscripts.org/transcript/stupefying-smart-city/> (дата обращения: 15.11.2024).
17. Якушина О.И. Организация социального пространства современных городов в свете концепций «открытого» и «умного» города // Теория и практика общественного развития. 2021. № 4 (158). С. 33–42.
18. O'Connor P., Crome K.J. Learning Together: Foucault, Sennett and the Crisis of the Co-operative Character. *Journal of Co-operative Studies*. 2018. V. 49. I. 2. pp. 30–42.

REFERENCES

1. Esaulov G.V. "Smart" city in the digital economy. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2017, no. 4, pp. 68–74. (in Russian)
2. The UNECE – ITU Smart Sustainable Cities Indicators (2015). Available at: <https://unece.org/housing/smart-sustainable-cities#:~:text=UNECE%20approach%20to%20Smart%20Sustainable%20Cities&text=This%20means%20reducing%20gaps%20in,cities%20more%20conductive%20to%20innovation Date> (accessed 15 November 2024).
3. Ratti K, Claudel M. *Gorod zavtrashnego dnja: sensory, seti, hakeri i budushhee gorodskoj zhizni* [City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers and the Future of City Life]. Moscow, Publishing House of the Gaidar Institute, 2018. 239 p.
4. Ivanova E.G. "Smart" transformation of cities: opportunities and risks: presentation. Available at: <https://social.hse.ru/data/2018/03/05/1165848180/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%205.pdf> (accessed 15 November 2024).

5. Puzanov K.A., Shubina D.O. "Smart city" or "smartness" of the city: the effectiveness of using urban innovation in the USA. *Gorodskie issledovaniya i praktiki* [Urban research and practices], 2019, vol. 4, no. 1, pp. 29–42. (in Russian)
6. Greenfield A. Against the smart city. New York: Do Publications. 2013. 147 p.
7. Kitchin R. The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*. 2014. V. 79. N. 1. pp. 1–14.
8. Departmental project "Smart City." Project Directorate of the Ministry of Construction of Russia. Available at: <https://pdminstroy.ru/vedomstvenniy-proekt-umniy-goro> (accessed 15 November 2024).
9. Kolody N.A., Ivanova V.S., Goncharova N.A. Smart city: features of the concept, specifics of adaptation to Russian realities. *Sociologicheskij zhurnal* [Sociological Journal], 2020, vol. 26, no. 2, pp. 102–123. (in Russian)
10. Kitchin R. *Data-driven, networked urbanism: The Programmable City*. Available at: <http://www.spatial-complexity.info/files/2015/08/SSRN-id2641802.pdf> (accessed 15 November 2024).
11. Akhmedova E.A., Vavilonskaya T.V. Principles of Phased Reorganization of the Architectural and Spatial Structure of the Urban Environment Based on Innovative Technologies. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2019, vol. 9, no. 2, pp. 68–79. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.10
12. Hubl M., Skowron P., Aleithe M. Towards a Supportive City with Smart Urban Objects in the Internet of Things: The Case of Adaptive Park Bench and Adaptive Lights. Position Papers of the 2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS). *Annals of Computer Science and Information Systems (ACSIS)*. 2018. pp. 51–58.
13. Cohen B. *The Top 10 Smart Cities On The Planet*. Available at: <https://www.fastcodesign.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet> (accessed 15 November 2024).
14. Cohen B. *What exactly is a smart city?* Available at: <https://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> (accessed 15 November 2024).
15. McGuire M. *Beyond flatland: when – smart cities make stupid citizens*. Available at: <https://cityterritoryarchitecture.springeropen.com/articles/10.1186/s40410-018-0098-0#citeas> (accessed 15 November 2024).
16. Sennett R. *The Stupefying Smart City*. Available at: <http://opentranscripts.org/transcript/stupefying-smart-city/> (accessed 15 November 2024).
17. Yakushina O.I. Organization of the social space of modern cities in the light of the concepts of an "open" and "smart" city. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Social Development Theory and Practice], 2021, no. 4(158), pp. 33–42. (in Russian)
18. O'Connor P., Crome K.J. Learning Together: Foucault, Sennett and the Crisis of the Co-operative Character. *Journal of Co-operative Studies*. 2018. V. 49. I. 2. pp. 30–42.

Об авторе:

ПТИЧНИКОВА Галина Александровна

доктор архитектуры, профессор,
академик РААСН,
профессор-консультант
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
главный научный сотрудник
Филиал ЦНИИП Минстроя РФ
Научно-исследовательский институт теории
и истории архитектуры и градостроительства
111024, Россия, г. Москва, ул. Душинская, 9
E-mail: ptichnikova_g@mail.ru

PTICHNIKOVA Galina Al.

Doctor of Architecture, Professor,
Academician of RAASN,
Professor-Consultant
National Research Moscow State University
of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye sh., 26
Chief Scientist
Branch of TsNIIP of the Ministry of Construction
of the Russian Federation
Research Institute of Theory and the History of
Architecture and Urban Planning
111024, Russia, Moscow, Dushinskaya st., 9
E-mail: ptichnikova_g@mail.ru

Для цитирования: Птичникова Г.А. «Умный город» и его «умные пространства»: критические аспекты // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 186–192. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.22.
For citation: Ptichnikova G.A. "Smart City" and "Smart Urban Spaces": critical aspects. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 186–192. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.22.

Принята: 07.05.2025 г.

**В. А. САМОГОРОВ
И. И. ЗУБКОВА**

МАТЕРИАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА «ГОРОД-КОЛЛАЖ» В АРХИТЕКТУРНОМ ОБЛИКЕ ЭЛИСТЫ

MATERIALIZATION OF THE “COLLAGE-CITY” METHOD IN THE ARCHITECTURAL APPEARANCE OF ELISTA

Рассматриваются ключевые этапы развития многомерной архитектурной среды Элисты, которые воплощают идеи «коллажного» подхода в формировании образа города. Приводится анализ зданий и общественных пространств на предмет интеграции в общий контекст города. Даются описания стилистических и объемно-пространственных характеристик застройки разных исторических периодов. На примере трансформации отдельных территорий и зданий рассматривается эволюция метода «город-коллаж» в формировании городской среды. Полученные выводы могут быть использованы при разработке проектов, направленных на создание комплексных подходов к формированию облика центра города и дальнейшее развитие городских территорий Элисты.

Ключевые слова: архитектурная среда, городское пространство, исторический контекст, трансформация застройки, городская «коллажная» среда

The article considers the key stages of development of multidimensional architectural environment of Elista, which embody the ideas of the “collage” approach in the formation of the image of the city. The article analyzes buildings and public spaces for integration into the general context of the city. Stylistic and volumetric-spatial characteristics of buildings of different historical periods are described. On the example of transformation of separate territories and buildings the evolution of the method “Collage city” in the formation of urban environment is considered. The obtained conclusions can be used in the development of projects aimed at creating integrated approaches to shaping the image of the city center and further development of urban areas of Elista.

Keywords: architectural environment, urban space, historical context, transformation of buildings, urban “collage” environment

Современный город можно рассматривать как сложный организм, который представляет собой не только совокупность зданий, общественных пространств коммуникационных сетей, транспорта и других объектов инфраструктуры, но и отражает исторические, политические, экономические и социокультурные процессы, происходившие на его территории. Город обладает четкой идентичностью, которая и превращает его в нечто большее, чем простое скопление зданий [1–3].

Элиста, являющаяся столицей Республики Калмыкия, становится наглядным примером «города-коллажа». В ее архитектурно-планировочной среде происходит смешение различных архитектурных стилей и функциональных назначений зданий, отражается наследие исторических эпох, но при этом сохраняется идентичность, способствуя формированию смешанного, коллажного пространства. Метод «город-коллаж» воспроизводит урбанистическое пространство, в котором архитектурные объекты, элементы и градостроительные единицы различных эпох, стилей, функций и т. д.

тесно сосуществуют и взаимодействуют друг с другом. Этот подход позволяет создавать уникальные визуальные образы, а также отражать разнообразие культурных влияний. В Элисте этот метод стал особенно заметен благодаря ее историческому контексту и многообразию архитектурных решений.

Для определения особенностей проявления «коллажного» подхода в сложившейся на сегодняшний день застройке Элисты потребуется воспользоваться ретроспективным анализом развития данной территории, проследить основные этапы формирования города, а также рассмотреть архитектурно-планировочные концепции и идеи, которые нашли воплощение в ее архитектурном облике. Архитектурно-планировочная среда Элисты принципиально отличается от других крупных городов Нижнего Поволжья. Этому могло послужить как неравномерное и хаотичное формирование городской территории в разные исторические периоды, так и характерные особенности национальной и религиозной идентичности коренного населения, нашедшие воплощение в архитектурных объектах [4].

Город сформировался и вырос в общей сложности за 160 лет. До образования первого поселения в балке Элиста регулярно устраивали стоянки кочевавшие калмыки, не стремившиеся переходить к оседлому образу жизни, первыми поселенцами здесь были русские и украинские крестьяне. Город был заложен в 1865 г. и на тот момент не имел структурированной планировки, представляя собой поселение, состоявшее всего лишь из 15 дворов, а также нескольких земляных наделов (рис. 1). Несколькими годами позже в Элисте был построен храм святого Николая Чудотворца, что означало переход из статуса населенного пункта в село. Однако он простоял недолго, и в 1896 г. был уничтожен пожаром. От православного комплекса до наших дней сохранилась церковная школа, построенная в 1879 г. Ныне это Крестовоздвиженская церковь – самое старое здание из сохранившихся в городе [5].

В начале XX столетия Элиста становится административным центром Манычского улуса Калмыцкой степи Астраханской губернии. Для этого периода характерно строительство капитальных деревянных и каменных зданий, а также первых крупных объектов инфраструктуры – здания улусного управления, городской больницы, школы-интерната для

мальчиков-калмыков или «Красной школы», которая является одним из старейших памятников градостроительства и архитектуры местного значения, уцелевшим до нашего времени. В 1912–1913 гг. в городе появляется первая телеграфная линия и автомобильное сообщение с Астраханью.

После событий Октябрьской революции Элиста получает новый виток развития. Так, в 1925 г. V съездом советов Калмыкии принимается решение о переносе центра области из Астрахани в Элисту. В 1927 г. начинается масштабное проектирование города как крупного административного центра и столицы Калмыцкой автономной области. Проектом планировки принимается решение разделить строительство на очереди в 5, 10 лет с зонами: промышленная, жилая, общественная, которые составлялись в соответствии с генпланом [6].

Проекты по развитию города 1920–1930-х гг. определяют новый подход в устройстве градостроительной модели Элисты, а также диктуют новые тенденции в архитектурной среде. Форма, стиль, размер и функция строящихся зданий теперь должны соответствовать масштабу крупного города и отражать передовые этапы развития советской архитектуры. Для этого в разработке проектов принимают активное участие видные архитекторы страны А. Шусев, И. Голосов, Б. Коршунов, Б. Великовский. Новое мышление команды архитекторов в 1927–1930 гг. в действительности сформировало новый облик города, где в значительной степени отражались идеи конструктивизма [6].

В это время, в связи с переносом в город всех областных учреждений, строится ряд ключевых административных, культурных, бытовых зданий и жилых домов. По решению властей в первую очередь строились дома для размещения отделов облисполкома, а также автогараж с мастерскими, педагогический техникум и амбулатория [5]. Одним из самых выдающихся объектов этого периода можно считать Дом Советов, построенный в стиле конструктивизма по проекту Ильи Голосова и Бориса Миттельмана в 1928–1932 гг. (рис. 2, а). Здание можно охарактеризовать как доминантную фигуру в облике главной городской административной площади и композиционное начало центральной части города. В этот период возводятся: «Красный дом» по проекту И. Голосова – административное здание, предназначенное для размещения органов исполнительной власти; здание городской поликлиники (1938 г.), выполненное в смешанном конструктивистском стиле и построенное под авторством калмыцкого архитектора С. А. Хазыкова; Дом печати и здание типографии (1930–1935 гг.), кинотеатр

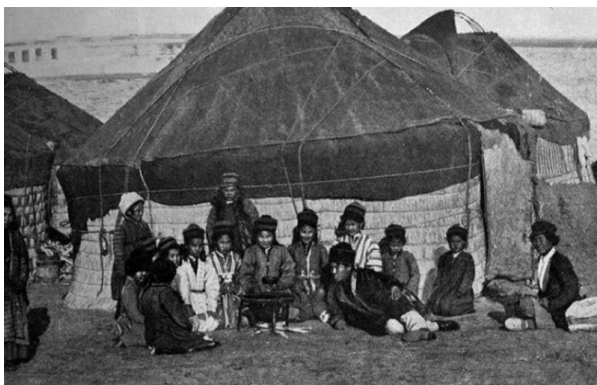


Рис. 1. Начало строительства Элисты, 1865–1910 гг.
Fig. 1. The beginning of construction of Elista, 1865–1910

«Родина» (1938 г.) по проекту В.П. Калмыкова – ныне памятник архитектуры и объект культурного наследия Республики Калмыкия (рис. 2, б). Облик начинающего складываться города был характерен своей яркой индивидуальностью и единством [6]. Для жилой застройки становится характерным малоэтажное строительство высотой в два-три этажа с расчетом, чтобы высота не превышала крон окружающих деревьев, укрывающих от знойного солнца [7].

Официальный статус города Элиста получает в 1930 г., что способствует интенсивному росту строительной промышленности.

Активно застраивается центр, намечаются главные улицы, которые выступают в роли композиционных осей, напрямую связанных с холмистым ландшафтом местности и акцентирующих перепады рельефа (рис. 3), на внутренней территории в 25 га закладывается первый городской парк «Дружба» (1937 г.), основой для которого стали насаждения бывшей лесной плантации. За четыре строительных сезона (1928–1931 гг.) намеченный план строительства был в основном выполнен. Вступило в строй 30 административных зданий, 39 жилых домов [5].

а



б



Рис. 2. Знаковые здания Элисты 1920–1930-х гг. в стиле конструктивизма:

а – Дом Советов; б – кинотеатр «Родина»

Fig. 2. Elista's iconic buildings of the 1920–1930 in the Constructivist style:

a – House of Soviets; b – «Rodina» movie theater



Рис. 3. План центральной части города Элисты с площадью Ленина в 1920 – 1930-х гг.

Fig. 3. Plan of the central part of Elista with Lenin Square in 1920–1930

Следующий исторический этап 1940–1950-х гг. – этап глобальных изменений в развитии городской среды Элисты. В годы Великой Отечественной войны город был оккупирован немецкими войсками, которые при отступлении в 1942 г. почти полностью его сожгли. Оказались полностью уничтожены или частично повреждены знаковые здания прошлых эпох. Сильно пострадало при пожаре здание Дома Советов, на восстановление которого впоследствии понадобилось не одно десятилетие. Были разрушены здания типографии, педагогического техникума, амбулатории, взорвана образовательная школа, заминированными после отступления фашистских войск оказались кинотеатр «Родина» и знаменитый «Красный дом». Гитлеровцы сожгли и разрушили свыше 60 административных, коммунальных, лечебных, школьных и культурно-просветительных учреждений, водопровод, около 50 жилых домов, тротуары, уничтожили значительную часть зеленых насаждений [5]. Очередным «потрясением» стала массовая депортация калмыцкого народа в Сибирь и упразднение в период 1943–1957 гг. Калмыцкой АССР. Война и ее последствия внесли масштабные коррективы на облик Элисты и ее планировочную структуру, оставив город в руинах, а также сильно затормозили дальнейшее развитие строительства в Калмыкии.

Только с 1957 г. после реабилитации калмыцкого народа и принятия решения о восстановлении калмыцкой автономии в городе идет интенсивное строительство и проходят восстановительные работы. Перед архитекторами того времени была поставлена действительно непростая задача – восстановление разрушенного войной жилого фонда, интенсивное усадебное строительство, решение вопросов инженерного обеспечения и многое другое [8].

В реконструкции Элисты значительную роль сыграли архитекторы С. Хазыков и Ю. Краевой, которые принимали участие в работах по обновлению гостиницы, поликлиники, ряда жилых домов и административных зданий, а также способствовали планированию застройки улиц Пионерской и восточной части улицы Ленина. Стремительный рост города, активное муниципальное строительство и массовый ввод жилого фонда стали возможными благодаря бурному развитию строительной промышленности, внедрению типовых проектов и унификации конструктивных и планировочных решений.

Характерным явлением стало ансамблевое решение городских территорий, главных магистральных улиц и проспектов, общественно-культурных центров районов, уделено по-

вышенное внимание к благоустройству парков и скверов, также было положено начало индивидуальному подходу к застройке наиболее важных сооружений [8]. В 1960-х гг. сооружаются первые объекты транспортной инфраструктуры – здание аэропорта, железнодорожная станция и автовокзал (архитектор В. Малашенок). Этот период был отмечен творческими работами архитекторов И. Андреевского, М. и Д. Пюрвеевых, В. Телегина, С. Эльвартынова, Н. Бораева, Н. Гусарова, В. Минаева.

В период 1960–1980-х гг. на градостроительной схеме застройки Элисты происходят значительные изменения – регулярная прямоугольная сетка кварталов сменяется на более крупные структуры микрорайонов, в которых стремительными темпами разворачивается как гражданское, так и административное строительство (рис. 4). В 1963 г. был утвержден генеральный план города, разработанный московским институтом «Гипрогор». Территория Элисты была поделена на четыре района: западный – малоэтажной застройки, центральный – район реконструкции, северный и восточный – районы новой капитальной многоэтажной застройки, в которых были возведены большие микрорайоны с соответствующей инфраструктурой [5]. Комплексный подход в проектировании, распространенный в это время, можно проследить на примере освоения северной части города (застройка 1-го микрорайона вдоль улицы Джангара и 3-4-го микрорайонов по улице Буденного), а также окраины со стороны восточной части Элисты (2-й и 8-й микрорайоны в границах улиц Сухэ-Батора, Ленина, Махмуда Эсамбаева, Хрущева). Используя опыт отечественной архитектуры, авторы проекта создают населению максимально комфортные условия проживания и отдыха [8].

При разработке проектов жилых домов 1970-х гг. архитекторами учитываются природные условия данной местности, а именно высокие летние температуры с частыми перегревами, обильное солнце и засушливый климат. Эти факторы были учтены в проектах крупнопанельных жилых домов серии I-КЛ, на фасадах которых применяются теньевые перфорированные решетки и солнцезащитные устройства, уменьшающие приток тепла внутрь здания путем отклонения солнечного света.

В формирующуюся новую среду северной части города внедряются научно-производственные и общественные объекты более крупного масштаба. К таким постройкам можно отнести здание гостиницы на площади им. О. Городовикова и научный комплекс Калмыцкого государственного университета, которые вместе с жилой существующей застройкой

интегрируются в градостроительный ансамбль улицы.

Широкое распространение как в жилых, так и в общественных сооружениях получают смежные с архитектурой направления в искусстве – монументальная живопись, художественная декоративно-прикладная деятельность, скульптура и графика стали все больше интегрироваться в новый архитектурный облик Элисты, таким образом, на фасадах зданий появляются уникальные мозаичные панно и декоративные барельефы, учитывающие национальные мотивы культуры калмыков (рис. 5). Такую ситуацию можно наблюдать на примере здания государственного театра юного зрителя, построенного в 1980-х. Фасад сооружения сочетает в себе элементы советского конструктивизма и традиционных калмыцких мотивов, демонстрируя как различные архитектурные стили могут сосуществовать в одном здании,

создавая уникальное визуальное восприятие. В традиционной народной архитектуре, особенно в культовых сооружениях, значительное место занимают смежные виды искусства, которые, взаимодействуя с архитектурой, придают зданиям уникальную художественную притягательность – все это делает, казалось бы,ординарные типовые проекты, неповторимыми и интересными объектами в контексте городской среды [8].

Центральной частью Элисты можно считать небольшой фрагмент улицы Ленина от Джангара до Пушкина, где можно найти отпечатки смены эпох и трансформации стилей на примере отдельных зданий. Главными композиционными осями города являются улицы Ленина и Джангара, расположенные перпендикулярно друг к другу. Вдоль них по обе стороны в пределах одного-двух кварталов выстроены все наиболее значимые здания, городские соо-



Рис. 4. Комплексная застройка микрорайонов в Элисте в период 1960–1980-х гг.
Fig. 4. Complex development of micro-districts in Elista in the period 1960–1980



Рис. 5. Прикладное искусство с национальной символикой на фасадах общественных зданий
Fig. 5. Applied art with national symbols on the facades of public buildings

ружения и общественные пространства, которые являются знаковыми объектами культуры.

Важным проектом стала организация центральной административной площади, которая играла ключевую роль в архитектурном развитии города и была реконструирована с учетом исторических традиций и наследия прошлого. Главным композиционным началом площади становится реконструируемый после пожара Дом Советов совместно с новым пятиэтажным блоком Дома Советов и Залом заседаний Верховного Совета (архитекторы А. Белорусов, М. Пюрвеев, Д. Пюрвеев). Проект административного комплекса успешно решал ряд градостроительных задач – архитектурно-планировочную, объемно-композиционную, конструктивную и технологическую [8]. Немногим позже на площади возникает горизонтальный модернистский объем шестизэтажного здания городской администрации Дом Правительства (архитекторы Э. Лиджи-Горяев, В. Нимгиров), который располагается вдоль ее длинной оси и трансформирует планировочную композицию центра.

К концу советского периода архитектурная среда Элисты представляет собой достаточно пеструю картину – в ее городском пространстве встречаются примеры дореволюционной застройки, конструктивистских объемов, единичных зданий, выполненных в неоклассическом стиле, и модернистских сооружений (рис. 6). При этом концептуальное развитие города было нацелено на формирование системы больших по масштабу общественных пространств и комплексной застройки главных улиц и магистралей.

В 1990–2000-е гг. в архитектурно-планировочном облике Элисты вновь происхо-

дят масштабные трансформации: на смену «ансамблевому» подходу в проектировании приходит точечное строительство. Для него характерно уплотнение городской ткани и достаточно «агрессивное» отношение к существующему контексту. В центральной части города начинают массово концентрироваться объекты торгово-развлекательной функции (кафе, рестораны, магазины и торговые центры) (рис. 7). Для периода этого времени распространены становятся такие явления, как стихийность, массовость и малоуправляемость многих процессов, связанных с застройкой городской среды.

Современная планировочная структура Элисты отличается преимущественно обширной разномасштабной малоэтажной застройкой, которая бывает характерна для сельских и деревенских поселений. Здесь в основном преобладает неплановое частное строительство без учета комплексного подхода, что препятствует формированию целостного образа города. В результате подобного фрагментарного строительства жилых микрорайонов в разных частях Элисты, разделенных между собой обширными территориями частного сектора, у города теряется четко сформированное историческое ядро с характерной структурой и иерархией общественных пространств. Комплексная единостилевая застройка микрорайонов города в советский период оказывается со временем разбита на несколько частей, что приводит к созданию многоядерной урбанистической модели как более дифференцированного метрополиса с несколькими коммерческими и жилыми центрами [9].

СХЕМА ПЕРИОДИЗАЦИИ
ЗАСТРОЙКИ



Рис. 6. Схема периодизации застройки центральной части Элисты (авторская схема)
Fig. 6. Scheme of periodization of building of the central part of Elista (author's scheme)

СХЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ЗАСТРОЙКИ



Рис. 7. Схема функционального зонирования застройки центральной части Элисты (авторская схема)
Fig. 7. Scheme of functional zoning of the development of the central part of Elista (author's scheme)

В столице Калмыкии продолжает активно развиваться жилищное строительство, реконструируются объекты здравоохранения: Республиканский детский медицинский центр, капитально ремонтируется Перинатальный центр и Республиканская больница, строится городская детская поликлиника. Органами местного управления вводятся в строй такие объекты, как современный стадион «Уралан», спортивный комплекс «Ойрат-арена», Калмыцкая этнокультурная гимназия. После реконструкции распахнули свои двери Дворец спорта и Элистинский ипподром. Открываются крупные современные торговые центры «Гранд», «Белый Лотос», «Кит», развлекательный центр «Уралан» [5].

В 1998 г. в Элисте проходит XXXIII Всемирная шахматная олимпиада, для проведения которой в юго-восточной части города был специально построен «шахматный город» Сити-Чесс, являющийся новым общественно-деловым, культурным и жилым комплексом (архитекторы С. Курнеев, Л. Амнинов, А. Босчаев). Центральным объектом выступает Дворец шахмат (Сити-Чесс-холл), главный архитектурный объем которого по своей форме напоминает традиционное жилье кочевых калмыков – кибитку. Также на территории комплекса находятся индивидуальные жилые дома и таунхаусы, выполненные в современном стиле.

Отдельно следует отметить возросшую тенденцию строительства религиозных объектов. В 2005–2006 гг. происходит очередная реконструкция центральной площади им. В.И. Ленина, на которой между строгими памятниками советской архитектуры устанавливается культовое буддийское сооружение – семьярусная пагода с большим молитвенным барабаном (рис. 8). Западный вход на



Рис. 8. Схема ценной застройки центральной части Элисты (авторская схема)

Fig. 8. Scheme of valuable buildings in the central part of Elista (author's scheme)

площадь и соответственно проход к пагоде украшается аркой «Золотые ворота», выполненной в традициях буддийской архитектуры (автор идеи – художник Борисов, архитектор и инженер-строитель Шанхаев 1998 г.). Площадь Ленина, как центральный административный элемент города, служит своего рода «рамкой» для коллажного восприятия пространства, где монументальные здания советского периода соседствуют с современным дизайном построек нашего времени и яркими традиционными элементами религиозных сооружений (рис. 9). Центру города отводится задача репрезентации современного городского образа жизни.



Рис. 9. Панорама Площади им. Ленина в Элисте как пример «коллажной» среды

Fig. 9. Panorama of the Lenin Square in Elista. Lenin Square in Elista as an example of “collage” environment

Особняком стоит крупнейший в Европе буддийский храм «Золотая обитель Будды Шакьямуни», построенный в 2005 г. и добавляющий восточную экзотику в городской ландшафт Элисты, противопоставляя тем самым храмовую архитектуру строгости и лаконичности советских зданий. Можно заметить, как органично в облике храма сочетаются традиционные буддийские элементы с современными строительными технологиями. Сакральный комплекс выделяется своими яркими цветами, сложными формами и декоративными элементами фасада, что позволяет проследить, как современное зодчество может интегрировать национальные традиции, создавая новое пространство для религиозной практики.

Выводы

1. Глобальные исторические события и ответственно внедрение новых архитектурных концепций стали катализаторами эволюции города, задавая тон его будущему. Сменяющие друг друга взгляды на градостроительство оставили заметный след на архитектурно-планировочном облике города, что подтверждает способность Элисты сохранять свою самобытность. Развитие столицы Калмыкии, начиная с первых поселений и заканчивая сегодняшним днем, иллюстрирует неизменный процесс трансформации и адаптации в ответ на вызовы времени.

2. Новые градостроительные решения, применяемые в формировании архитектурного образа Элисты, должны учитывать специфику ее исторического развития, строиться на принципах преемственности и внедрении сооружений разных периодов в единую композицию. Концепция «город-коллаж» может служить основой для будущих проектов, направленных на дальнейшее развитие Элисты, сохраняя при этом ее уникальный облик.

3. Использование местных материалов, технологий строительства, культурных символов и национальных элементов позволяет создать колоритный визуальный образ города. «Коллажный» подход предоставляет архитекторам возможность обращаться к историческим, культурным и культурным контекстам, создавая новые нарративы, формирующие идентичность города.

4. «Коллажный» образ города влияет на социальные аспекты городской среды, способствуя вовлеченности граждан в процесс адаптации пространства под их нужды. Здания, улицы и площади Элисты становятся не просто физическими местами, а активными участниками городской жизни, формируя общественное сознание, служа основой для создания новых значений и ассоциаций.

Взаимодействие старого с новым является одним из важнейших подходов в работе с городской средой в плане сохранения сложившихся образов, которые ее составляют и формируют идентичность места и преемственность пространственного развития [10]. Таким образом, можно сделать заключение, что материализация «коллажной» городской среды в архитектуре Элисты представляет собой своеобразное сочетание культурных влияний и исторических контекстов, которые создают уникальный пространственно-визуальный диалог, отражая многослойность архитектурного и культурного наследия региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Суджич Д. Язык города / пер. с англ. М.: Strelka Press, 2020. 218 с.
2. Туякаева А.К., Огулева А.Д. Особенности архитектурных памятников Северного Казахстана // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 3. С. 88–94. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.12.
3. Хомяков А.И. Памятные пространства: курсы времени // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 1. С. 121–127. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.16.
4. 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.
5. Флорида Р. Новый кризис городов: Джентрификация, дорогая недвижимость, растущее неравенство и что нам с этим делать / пер. с англ. М.: Издательская группа «Точка», 2018. 368 с.
6. Элиста – степная жемчужина [Электронный ресурс]. URL: <https://gorod-elista.ru/gorod/elista-segodnya> (дата обращения: 26.11.2024).
7. Лиджиева А.М. «Люди ехали и верили: город будет!». К истории становления Элисты как города в 1928–1930 годах // Монголоведение. 2020. № 4. С. 764–777. DOI: 10.22162/2500-1523-2020-4-764-777.
8. Пюрвеев Д.Б. Архитектура Калмыкии. М.: Стройиздат, 1975. 183 с.
9. Пюрвеев М. Архитектура Советской Калмыкии [Электронный ресурс]. URL: https://tatlin.ru/articles/architektura_sovetskoj_kalmykii (дата обращения: 25.11.2024).
10. Ахмедова Е.А., Кузнецов И.И. Принципы сохранения историко-культурной многослойности общественных пространств: диалог времен // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 54–62. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.9.

REFERENCES

1. Sudžić D. *Jazyk goroda* [Language of the city]. Moscow, Strelka Press, 2020. 218 p.

2. Tuyakayeva A.K., Oguleva A.D. Features of Architectural Monuments in North Kazakhstan. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 88–94. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.12
3. Khomyakov A.I. Memorable spaces: views of time. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 1, pp. 121–127. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.16
4. 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
5. Florida R. *Novyj krizis gorodov: Dzhentrifikacija, dorogaja nedvizhimost', rastushhee neravenstvo i chto nam s jetim delat'* [New urban crisis: Gentrification, expensive real estate, rising inequality and what we should do about it]. Moscow, Tochka Publishing Group, 2018. 368 p.
6. *Elista – steppe pearl*. Available at: <https://gorod-elista.ru/gorod/elista-segodnya> (accessed 26 November 2024).
7. Lidzhieva A.M. “People drove and believed: the city will be!” To the history of the formation of Elista as a city in 1928–1930. *Mongolovedenie* [Mongolian studies], 2020, no. 4, pp. 764–777. (in Russian) DOI: 10.22162/2500-1523-2020-4-764-777.
8. Pyurveev D.B. *Arhitektura Kalmykii* [Architecture of Kalmykia]. Moscow, Stroyizdat, 1975. 183 p.
9. Pyurveev M. *Architecture of Soviet Kalmykia*. Available at: https://tatlin.ru/articles/arhitektura_sovetskoj_kalmykii (accessed 25 November 2024).
10. Akhmedova E.A., Kuznetsov I.I. Principles of preservation of the historical and cultural multilayer public spaces: dialogue of times. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 54–62. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.9

Об авторах:

САМОГОРОВ Виталий Александрович

кандидат архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой архитектуры
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: samogorov@mail.ru

SAMOGOROV Vitaly Al.

PhD in Architecture, Professor,
Head of the Architecture Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: samogorov@mail.ru

ЗУБКОВА Ирина Игоревна

ассистент кафедры архитектуры
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: zubkova1995@mail.ru

ZUBKOVA Irina Ig.

Assistant of the Architecture Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: zubkova1995@mail.ru

Для цитирования: Самогоров В.А., Зубкова И.И. Материализация метода «город-коллаж» в архитектурном облике Элисты // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 3. С. 193–201. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.23.
For citation: Samogorov V.A., Zubkova I.I. Materialization of the “Collage-City” method in the architectural appearance of Elista. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 3, pp. 193–201. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.03.23.

Принята: 18.04.2025 г.

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:

Согласие на публикацию статьи от каждого автора.
Согласие на обработку персональных данных (отдельное согласие от КАЖДОГО автора). Если автор уже публиковался в журнале и давал согласие на обработку персональных данных, повторно предоставлять этот документ не требуется.

Рекомендацию кафедры, отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа (заверенную выписку из протокола заседания) о публикации статьи в журнале.

Экспертное заключение из организации, представляемой рукописью статьи, о возможности опубликования в открытой печати.

Внешняя рецензия на рукопись статьи, оформленная в свободной форме и заверенная по месту работы рецензента (желательно).

2. Общие требования к оформлению документа:

Формат страницы – А4, ориентация книжная.
Шрифт текста рукописи – Times New Roman
Сур, размер 14pt.

Междустроочный 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 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. 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>.

7. 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.

8. 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 Веселовой Марии Владимировне по тел. (846) 242-36-98

E-mail: urban@samgtu.ru, veselova63@inbox.ru.