

АКАДЕМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

УралНИИпроект РААСН



Градостроительство

Архитектура

Строительные науки

Искусствоведение

Анализ градостроительных систем и документов | 9, 16, 24, 43

Пространственное развитие городов и территорий | 30, 37, 51

Выразительные средства архитектуры и дизайна | 66, 73, 101

Экспериментальные исследования стойкости бетона | 87



АКАДЕМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Академический вестник УралНИИпроект РААСН — рецензируемый научно-практический журнал, в котором рассматриваются теоретические, исторические и практические вопросы градостроительства, архитектуры, строительных наук и искусствоведения.

Миссия журнала — содействие в повышении уровня исследований путем публикации научных статей ученых; расширение взаимодействия российских и зарубежных ученых, работающих в архитектурно-строительной и прикладной сферах; развитие научных коммуникаций в целом.

На страницах академического вестника анализируются проблемы развития городов, правового регулирования градостроительной деятельности, градостроительной безопасности и надежности поселений и градостроительной экологии.

Журнал охватывает проблемы сохранения, реконструкции, реставрации и использования архитектурного наследия.

Достойное место в журнале отведено статьям по строительным конструкциям, зданиям и сооружениям, основаниям и фундаментам, подземным сооружениям.

Журнал принимает к публикации оригинальные научные статьи, а также статьи, посвященные достижениям научных школ и творческим портретам мастеров архитектуры.

ИНДЕКСИРОВАНИЕ ЖУРНАЛА:



Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»
Ордена «Знак Почета»
Уральский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт

АКАДЕМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН

2 | 2025 (65)

Издается с октября 2008 года

Branch «CIRD of the Ministry of Construction and Housing
and Communal Services of the Russian Federation»
the «Badge of Honour» Ural Research and Design Institute

AKADEMICHESKIJ VESTNIK URALNIIPROEKT RAASN

2 | 2025 (65)

Published since October 2008

Наша задача — собирать воедино

Интервью директора Института УралНИИпроект Владимира Геннадьевича Вениаминова с Михаилом Валерьевичем Шубенковым, доктором архитектуры, профессором, академиком РААСН по отделению градостроительства, заведующим кафедрой градостроительства Московского архитектурного института



Вениаминов Владимир Геннадьевич

главный редактор журнала, директор филиала ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект, Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: mail@uniip.ru



Шубенков Михаил Валерьевич

доктор архитектуры, профессор, академик РААСН по отделению градостроительства, заведующий кафедрой градостроительства Московского архитектурного института

В. Г. Вениаминов:
Добрый день, Михаил Валерьевич! Вы возглавляете отделение градостроительства в Российской академии архитектуры и строительных наук, поэтому наш разговор будет, в первую очередь, о прорывных и градостроительных изменениях, происходящих в современной России. Именно градостроители видят процесс наиболее масштабно и стратегически. Что вы считаете наиболее значимым в настоящий момент?

М. В. Шубенков:
В первую очередь подчеркну, что геополитическая картина в значительной мере меняется. Не так давно мы были в плену иллюзий глобализации мира, открытости и доступности передовых мировых технологий, либерализма и доброжелательного соседства. Сегодня приходит отрезвление.

Мир становится другим, обостряются межгосударственные противоречия. В настоящее время мы пространственно граничим с 16 государствами, 9 из которых нам недружественны. Это вызывает определенную реакцию государства и реорганизацию его пространственной структуры расселения. Россия переопределяет свое место в общем мироустройстве, свой реальный стратегический суверенитет.

В. Г. Вениаминов: Такие перемены требуют изменения исследовательской рамки градостроительной науки?

М. В. Шубенков:
Считаю, что, в противовес технократическим тенденциям, необходимо отталкиваться от идей экологической и социальной ответственности.

Идеи устойчивого развития общества и пространства его жизнедеятельности были заложены в философии русского космизма в конце XIX — начале XX века в работах Николая Федорова, Владимира Соловьева, отца Павла Флоренского, Константина Циолковского, Владимира Вернадского и других. В русском космизме основанием для устойчивого развития мира является вселенское предназначение человека как гармонизатора мироустройства. Следует чтить своих прорицателей и вернуться к их идеям.

Напомню вам, что теория устойчивого развития выростала из разработок Римского клуба и, в частности, идей Д. Медоуза. Модель Медоуза построена на пяти параметрах, имеющих прямое отношение к развитию пространства жизнедеятельности: рост населения, индустриализация, производство продуктов питания, загрязнение окружающей среды, потребление невозобновляемых природных ресурсов. При этом наиболее достижимым показателем устойчивости развития была выбрана численность населения. Поэтому дети стали экономически не выгодны развитому обществу. Логика очевидна: меньше людей, меньше объемы хозяйственной деятельности, меньше урбанизированного пространства и отходов, целее природные ресурсы. Следствием стали выработка единообразных социальных и культурных норм, максимальный контроль за развитием. России эта концепция не подходит: у нас огромное пространство и малое население, богатый природный и сырьевой потенциал, образованное население. Этим следует правильно распорядиться.

В. Г. Вениаминов: Согласен с вашей критикой. А что, кроме идей русского космизма, может быть альтернативой Медоузу?

М. В. Шубенков:
Сегодня многие исследователи вновь вернулись к теории смены технологических укладов Николая Дмитриевича Кондратьева, разработанной в первой трети XX века. Кондратьев был гением, предвидел закономерные процессы исторического развития общества. То, что он был расстрелян на полигоне «Коммунарка» в 1938 году, подтверждает факт, что в России, к сожалению, своих гениев не ценят. Отдадим ему должное.

Согласно Н. Д. Кондратьеву, современное мировое сообщество вошло в пятый технологический уклад, связанный с разработкой и внедрением уникальных технологий, таких как микроэлектроника, информатика, биотехнологии, генная инженерия, новые виды энергии, материалы, освоение космического пространства. Контуры пятого уклада уже определились, и нам предстоит предугадать характеристики будущего, шестого технологического уклада. Это принципиально важно знать для развития нашей профессии.

В. Г. Вениаминов: С чем вы связываете такие характеристики в первую очередь?

М. В. Шубенков:

Черты будущего технологического уклада угадываются в новых достижениях, которые проявляются в новейших технологиях и социальных формах общественного воспроизводства, таких как индивидуализация производства и потребления, строительство интегрированных высокоскоростных транспортных систем, резкое снижение энергоёмкости и материалоемкости, конструирование материалов и организмов с заранее заданными свойствами, существенное увеличение продолжительности жизни и качества жизни человека.

Эти нарративы будущего важны для архитекторов и градостроителей при определении форм организации пространства, обеспечивающего новые социальные запросы. Все это самым непосредственным образом определяет то, какими будут архитектура, градостроительство и строительство.

В. Г. Вениаминов: Внешние факторы понятны. А что мы видим собственно в российском градостроительстве?

М. В. Шубенков:

Прежде чем говорить о нём, посмотрим на саму систему расселения России, которая в настоящее время представлена 1 120 городами, 16 из них с населением более 1 млн жителей, и примерно 800 малыми городами с населением до 50 тысяч жителей. Численность сельских населённых пунктов — около 140 тысяч, из них только треть имеют более ста жителей. Для сравнения можно вспомнить, что в 1959 году их было около 300 тысяч. Как видим, за 65 лет число сельских поселений уменьшилось в два раза. Система расселения изменилась кардинально: можно говорить о нарушении целостности территориальной организации страны, нарастающих территориальных диспропорциях, недостаточно сбалансированном формировании опорного каркаса расселения.

При этом все эти компоненты сложившейся за века системы расселения наделены уникальным градостроительным и культурным своеобразием, формируют культурный ландшафт страны, который продолжает критически меняться.

В. Г. Вениаминов: И что же в этой сложной и динамичной ситуации делают специалисты?

М. В. Шубенков:

На повестке дня — обустройство среды жизнедеятельности граждан, вопросы массового строительства малометражных многоэтажных многоквартирных жилых домов, разработка инструментов пространственного планирования акватории морей Российской Федерации, что совершенно необходимо для закрепления национального суверенитета над морскими пространствами и ресурсами. В связи с этими и другими задачами есть острая необходимость в подготовке Стратегии Пространственного Развития РФ.

Кроме того, мы нуждаемся в принципиально новом градостроительном кодексе, который ориентирован на человеческий потенциал, рациональное природопользование и оптимизацию структуры расселения в новых условиях развития общества. Он определит основные цели градостроительной политики, направленной на обеспечение интересов всего населения, связность и цельность транспортно-коммуникационных и инженерных сетей, формирование устойчивого экологического каркаса страны.

В. Г. Вениаминов: Какова роль специалистов на местах в этом процессе, Михаил Валерьевич? Какую задачу, по вашему мнению, могут выполнять региональные научно-исследовательские и проектные институты, такие как УралНИИпроект?

М. В. Шубенков:

Перед коллективом вашего института стоит множество задач регионального и федерального значения. Геополитическая ситуация разворачивает страну на восток. Политики все чаще говорят о «сибиризации» России, и ваш регион становится ключевым в части предстоящих экономических, социальных, геополитических и промышленно-индустриальных трансформаций.

Градостроительные вопросы приобретают особую актуальность, поскольку необходимо развивать срединные территории страны и в части магистральной транспортной инфраструктуры, и в части развития городов как привлекательных для проживания, комфортных и безопасных, наделённых всей полнотой современных социальных благ. Эти задачи территориального развития определяют высокую востребованность архитекторов и градостроителей при условии их достаточной компетенции в решении предстоящих задач и готовности обеспечить самые высокие стандарты обустройства среды жизнедеятельности.

Так что работы предстоит много, и ваш институт без работы не останется.

В. Г. Вениаминов: Мы ведем наш разговор накануне великого праздника — Дня Победы. Михаил Валерьевич, что для вас как градостроителя означает этот день?

М. В. Шубенков:

История многому учит каждого из нас. Несмотря на сложный современный период обострившихся межгосударственных конфликтов, мы должны планировать будущее. Все войны заканчиваются, и следует готовиться к последующему периоду развития Российской Федерации, связанному с новой моделью пространственного обустройства. Это будет касаться не только присоединённых территорий, но всей страны в целом.

В. Г. Вениаминов: Спасибо за содержательный разговор, Михаил Валерьевич. Приглашаем вас и ваших коллег к обсуждению научных проблем на страницах нашего журнала.

Успехов вам в исследованиях, проектах и преподавательской работе!

Статья поступила в редакцию 21.05.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Содержание

Градостроительство

- 9 **Быстрова Т. Ю., Мазаев Г. В.** Влияние свойств градостроительной системы на определение памятников градостроительства
- 16 **Спирин П. П., Бойко Е. С.** Методика оценки градообразующей базы городов и территорий в рыночных условиях
- 24 **Мазаев Г. В.** Градостроительная доктрина в системе государственных доктрин
- 30 **Литовский В. В.** Пространственное развитие Екатеринбурга: использование в градопланировке потенциала городского острова тепла
- 37 **Мазаев А. Г.** «Коэффициент полицентричности» городских агломераций как существенный показатель характера их развития
- 43 **Лейкина Д. К., Лептюхова О. Ю.** Классификация территорий микрорайонов и поселков с малоэтажной (индивидуальной) жилой застройкой
- 51 **Крашенинников А. В., Мальцев С. С.** Перспективы развития территорий вокруг станций высокоскоростных железных дорог

Архитектура

- 60 **Жоркина Д. Г.** Конструктивные особенности и строительные материалы жилых домов Черноземья XIX века
- 66 **Винницкий М. В.** Вода как средство перформанса в архитектуре и дизайне среды
- 73 **Паркулаб С. А.** Формула Невьянской башни

Строительные науки

- 80 **Беляева З. В., Дубинский С. И., Когтева Д. В.** Учет данных метеостанции при расчете ветровых нагрузок: пример Шадринска
- 87 **Раззак А. В. Р., Алехин В. Н.** Экспериментальное исследование эрозионной стойкости полированного бетона в водной среде
- 95 **Абдуллах Х., Алехин В. Н.** Алгоритм минимизации расхода материала в стальных каркасах с учетом локальных разрушений их отдельных элементов

Искусствоведение

- 101 **Баринаева П. В., Быстрова Т. Ю.** Гипербола в графическом дизайне: визуальные средства выразительности
- 107 **Булатова А. В., Журавлева Н. И., Мельникова С. В.** Использование нейросетей в дизайн-образовании

Contents

Town-planning

- 9 **Bystrova T. Yu., Mazaev G. V.** Influence of the urban planning system properties on the finding of urban planning monuments
- 16 **Spirin P. P., Boyko E. S.** Methodology for assessing the city and territory forming base in market circumstances
- 24 **Mazaev G. V.** Urban planning doctrine in the system state doctrines
- 30 **Litovskiy V. V.** Spatial development of Yekaterinburg: use of the urban heat island potential in urban planning
- 37 **Mazaev A. G.** «Polycentricity coefficient» of urban agglomerations as an essential indicator of their development character
- 43 **Leykina D. K., Leptiyhova O. Yu.** Classification features of low-rise (individual) construction development
- 51 **Krasheninnikov A. V., Maltsev S. S.** Development prospects for areas around high-speed rail stations

Architecture

- 60 **Zhorkina D. G.** Design features and construction materials of residential buildings in the Chernozemye in the XIX century
- 66 **Vinnitskiy M. V.** Water as a means of performance in architecture and environmental design
- 73 **Parkulab S. A.** The Nevyanskaya tower's formula

Construction Sciences

- 80 **Belyaeva Z. V., Dubinsky S. I., Kogteva D. V.** The integration of meteorological station data into the computation of wind forces: Shadrinsk's case study
- 87 **Razzaq A. W. R., Alekhin V. N.** Experimental study on abrasion resistance of polished concrete in the water environment
- 95 **Abdullah H., Alekhin V. N.** An algorithm for minimizing material consumption in steel frames considering local failures of their individual elements

Art history

- 101 **Barinova P. V., Bystrova T. Yu.** Hyperbole in graphic design: visual means of expressiveness
- 107 **Bulatova A. V., Zhuravleva N. I., Melnicova S. V.** The use of neural networks in design-focused education

Редакционная коллегия:

Вениаминов В. Г.

главный редактор журнала, директор филиала, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИПроект

Быстрова Т. Ю.

заместитель главного редактора (научный редактор), доктор философских наук, профессор, Уральский федеральный университет (УрФУ)

Долгов А. В.

член редакционной коллегии, кандидат архитектуры, член-корреспондент РААСН, ректор, Уральский государственный архитектурно-художественный университет (УрГАХУ)

Колясников В. А.

член редакционной коллегии, доктор архитектуры, профессор, Уральский государственный архитектурно-художественный университет (УрГАХУ)

Янковская Ю. С.

член редакционной коллегии, доктор архитектуры, профессор, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Алехин В. Н.

член редакционной коллегии, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Систем автоматизированного проектирования объектов строительства», Институт строительства и архитектуры (ИСИА), Уральский федеральный университет (УрФУ)

Беляева З. В.

член редакционной коллегии, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по науке и инновациям, заведующая кафедрой «Строительные конструкции и механика грунтов», Институт строительства и архитектуры (ИСИА), Уральский федеральный университет (УрФУ)

Фомин Н. И.

член редакционной коллегии, кандидат технических наук, доцент, директор, заведующий кафедрой «Промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости», Институт строительства и архитектуры (ИСИА), Уральский федеральный университет (УрФУ)

Каптиков А. Ю.

член редакционной коллегии, кандидат искусствоведения, профессор, Уральский государственный архитектурно-художественный университет (УрГАХУ)

Смирнов Л. Н.

член редакционной коллегии, кандидат архитектуры, профессор, член правления Свердловской организации Союза архитекторов России, Уральский государственный архитектурно-художественный университет (УрГАХУ)

Панкина М. В.

член редакционной коллегии, доктор культурологии, доцент, член Союза дизайнеров России, профессор, Уральский федеральный университет (УрФУ)

Редакционный совет:

Председатель совета

Мазаев Г. В.

академик РААСН, кандидат архитектуры, профессор (Екатеринбург, Россия)

Акимов П. А.

академик РААСН, доктор технических наук, профессор (Москва, Россия)

Большаков А. Г.

доктор архитектуры, профессор (Иркутск, Россия)

Бондаренко И. А.

академик РААСН, доктор архитектуры, профессор (Москва, Россия)

Босуэлл Л. Ф.

доктор технических наук, профессор (Лондон, Англия)

Вукович Д. Б.

доктор экономических наук, доцент, Географический институт «Йован Цвиич» Сербской академии наук и искусств (Белград, Сербия)

Есаулов Г. В.

академик РААСН, доктор архитектуры, профессор (Москва, Россия)

Ильичев В. А.

академик РААСН, доктор технических наук, профессор (Москва, Россия)

Крашенинников А. В.

доктор архитектуры, профессор (Москва, Россия)

Ламбертучи Ф.

доктор архитектуры, профессор, Римский университет La Sapienza (Рим, Италия)

Михайлов С. М.

доктор искусствоведения, профессор (Казань, Россия)

Назаров Ю. В.

член-корреспондент Российской академии художеств, доктор искусствоведения, профессор (Москва, Россия)

Оленьков В. Д.

доктор технических наук, профессор (Челябинск, Россия)

Павловская Е. Э.

доктор искусствоведения, профессор (Екатеринбург, Россия)

Победимская С. В.

кандидат филологических наук, доцент (Никосия, Кипр)

Стариков А. А.

член-корреспондент РААСН, кандидат архитектуры, профессор (Екатеринбург, Россия)

Учредитель:

ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»

Главный редактор журнала

Вениаминов Владимир Геннадьевич

Координатор проекта:

Жилина Екатерина Григорьевна

Верстка и подготовка к печати:

Издательство филиала ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИПроект, информационно-издательский отдел

Редакция журнала:

Редактор: Жилина Е. Г.
E-mail: avuniip@uniip.ru, karlotta2000@mail.ru
Компьютерная верстка и подготовка к выпуску: Костарева А. Г.
Корректор: Галинова С. Г.

Адрес редакции и издательства:

620075, Екатеринбург, пр. Ленина, 50а, каб. 216
Факс: +7 (343) 350-66-79, 214-82-50
По вопросам размещения рекламы обращаться в редакцию.
Тел.: +7 (343) 350-66-79, 214-82-50

Подписано к выпуску 27.06.2025 г.
Дата выпуска 30.06.2025 г.

Научно-практическое издание.

Периодичность: 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации:

Эл. № ФС77-83000 от 31 марта 2022 г., выданное Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия ISSN 2782-5213 (электронный)

Все товары, рекламируемые в журнале, сертифицированы, все услуги — лицензированы. Перепечатка и цитирование материалов в любом виде, в том числе электронном, возможны только после письменного разрешения редакции. Ссылка на «Академический вестник УралНИИПроект РААСН» обязательна. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет. Мнение авторов может не совпадать с точкой зрения редакции. Плата с авторов за публикацию рукописи не взимается.

Электронные версии журнала «Академический вестник УралНИИПроект РААСН» представлены на сайте журнала: <http://www.academvestnik.ru> «Научная электронная библиотека»: <http://www.elibrary.ru>, на сайте филиала ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИПроект: <http://www.uniip.ru>, на сайте <http://kiberleninka.ru>

© 2025 Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИПроект

Editorial board

Veniaminov V. G.

Editor-in-chief, Director, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProekt

Bystrova T. Yu.

Deputy Editor-in-Chief (Scientific Editor), Doctor of Philosophy, Professor, Ural Federal University (UrFU)

Dolgov A. V.

Member of the Editorial Board, Candidate of Architecture, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Rector, Ural State University of Architecture and Art (USUAA)

Kolyasnikov V. A.

Member of the Editorial Board, Doctor of Architecture, Professor, Ural State University of Architecture and Art (USUAA)

Yankovskaya Yu. S.

Member of the Editorial Board, Doctor of Architecture, Professor, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

Alekhin V. N.

Member of the Editorial Board, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Computer-aided Design of Construction Objects, Institute of Construction and Architecture (ISiA), Ural Federal University (UrFU)

Belyaeva Z. V.

Member of the Editorial Board, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Science and Innovation, Head of the Department «Building Structures and Soil Mechanics», Institute of Construction and Architecture (ISiA), Ural Federal University (UrFU)

Fomin N. I.

Member of the Editorial Board, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director, Head of the Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise, Institute of Construction and Architecture (ISiA), Ural Federal University (UrFU)

Kaptikov A. Yu.

Member of the Editorial Board, Candidate of Art History, Professor, Ural State University of Architecture and Art (USUAA)

Smirnov L. N.

Member of the Editorial Board, Candidate of Architecture, Professor, Member of the Board of the Sverdlovsk Organization of the Union of Architects of Russia

Pankina M. V.

Member of the Editorial Board, Doctor of Cultural Studies, Associate Professor, Member of the Union of Designers of Russia, Professor, Ural Federal University (UrFU)

Editorial council

Chairman of the Editorial Board

Mazaev G. V.

Full Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Yekaterinburg, Russia

Akimov P. A.

Full Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Moscow, Russia

Bolshakov A. G.

Doctor of Architecture, Professor, Irkutsk, Russia

Bondarenko I. A.

Full Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Architecture, Professor, Moscow, Russia

Boswell L. F.

Professor School of Engineering & Mathematical Sciences, City University, London, UK

Vukovich D. B.

PhD Professor of Geographical Institute «Jovan Cvijic» of Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia

Esaulov G. V.

Full Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Architecture, Professor, Moscow, Russia

Ilyichev V. A.

Full Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Moscow, Russia

Krasheninnikov A. V.

Doctor of Architecture, Professor, Moscow, Russia

Lambertucci F.

arch. PhD. Sapienza, Universiteta di Roma

Mikhailov S. M.

Doctor of Art history, Professor, Kazan, Russia

Nazarov Yu. V.

Corresponding Member of the Russian Academy of Arts, Doctor of Art, Professor, Moscow, Russia

Olenkov V. D.

Doctor of Technical Sciences, Professor Chelyabinsk, Russia

Pavlovskaya E. E.

Doctor of Art history, Professor, Yekaterinburg, Russia

Pobedimskaja S. V.

Candidate of Philological Sciences, Nicosia, Cyprus

Starikov A. A.

Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Candidate of Architecture, Professor, Yekaterinburg, Russia

The Founder:

FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia»

Editor-in-Chief

Veniaminov Vladimir Gennad'evich

Project coordinator:

Ekaterina Zhilina

Layout and preparation for printing:

Publishing house: FSBI Branch «TsNIIP of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProekt, information and publishing Department

Editorial Staff:

Editor: Zhilina E. G.
E-mail: avuniip@uniip.ru, karlotta2000@mail.ru
Computer layout and preparation for release: Kostareva A. G.
Proofreader: Galinova S. G.

Address of editorial and publishing house: 620075, Yekaterinburg, Lenin pr., 50a, office 216
Phone +7 (343) 350-66-79, 214-82-50

On advertising issues:
Phone +7 (343) 350-66-79, 214-82-50

Signed to the release on 27.06.2025.
Release date 30.06.2025.

Scientific and practical edition.
Frequency: 4 times a year.

Certificate of registration:

EI No. FS77-83000, March 31, 2022.
Issued by the Federal Service for Supervision of Mass Communications, Communications and Protection of Cultural Heritage
ISSN 2782-5213 (electronic)

Services are licensed,
the goods are certificated.

Reprint and citation of materials is carried out only with written permission of the edition.

The reference to «Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN» is obligatory. The editorial board is not responsible for the content of advertising materials. The opinion of the authors may not coincide with the point of view of the editors.

The authors are not charged for the publication of the manuscript.

Electronic versions of the journal is presented:

On the journal's website:
<http://www.academvestnik.ru>.
On the Scientific Electronic Library:
<http://www.elibrary.ru>,
On the website of the Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProekt:
<http://www.uniip.ru>,
On the site:// kiberleninka.ru

© 2025 FSBI Branch «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProekt

Градостроительство

НОВЫЙ ЖИЛОЙ КВАРТАЛ, МОСКВА



В столице России начато создание курортного жилого квартала премиум-класса Dream Riva, спроектированного архитектурным бюро Atrium. Архитекторы делают акцент на создание среды, обеспечивающей новое качество жизни. Квартал на Нагатинском полуострове составят три корпуса высотой от 24 до 27 этажей, вмещающие около 780 квартир различных планировок с террасами на верхних этажах. Общие пространства первого этажа и внутренний двор обеспечат место для досуга и встреч. Рядом разместится бизнес-центр, отель и муниципальный детский сад, а чуть дальше — парк развлечений, киноконцертный комплекс, пляжный клуб. За ходом строительства можно следить на сайте: <https://www.novostroy.ru/buildings/ostrov-mechty/photos/>

ТРЕХКРАТНЫЙ РОСТ, ЕКАТЕРИНБУРГ



Согласно докладу Центробанка «Региональная экономика: комментарии ГУ», в марте 2025 года в Екатеринбурге зафиксирован рост жилого строительства более чем в три раза. По этому показателю — годовому приросту площади строящихся домов — город стал лидером в Российской Федерации. Эксперты объясняют этот факт наличием проектов комплексного развития территории с участием «Дом. РФ» и реализации программы реновации. При этом ситуация в целом достаточно проблемна, поскольку ограничение программ льготной ипотеки и рост ставок по рыночным программам привели к снижению спроса на жилье.

По материалам сайта eanews.ru

НОВАЯ СТОЛИЦА ЕГИПТА

Как известно, в 45 километрах к востоку от Каира строится новая столица Египта. Город, получивший название Новая административная столица (хотя это может и не стать его постоянным названием), строится на 700 км² неосвоенной земли на полпути между Каиром и Суэцем. После завершения строительства здесь разместятся более 6 млн человек, президентский дворец, парламент и большинство центральных правительственных ведомств. Монументальная центральная ось заканчивается Большой мечетью на юге и Народным парком с комплексом президентского дворца на севере. Специалисты подчеркивают, что масштабы человека в нем совершенно не учтены. По материалам сайта dezeen.com



БЫСТРОВА Т. Ю., МАЗАЕВ Г. В.

Влияние свойств градостроительной системы на определение памятников градостроительства¹



**Быстрова
Татьяна
Юрьевна**

доктор философских наук, профессор, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), главный научный сотрудник, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект, Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: taby27@yandex.ru

Проанализировано влияние имманентных свойств градостроительной системы на выявление в ней памятников градостроительства и закрепление их в этом статусе. Показано, что наиболее значимую роль в сохранении исторических планировок, влияющих на последующее развитие города, играют динамичность, сложность и связность планировочной структуры. Их недоучет специалистами ведет к утрате исторических планировок-памятников градостроительства. Определены допустимые пороги повышения динамичности изменения планировочной системы, введено понятие коэффициента динамичности города и связанное с ним состояние исторических планировок.

Ключевые слова: планировочная структура, свойства планировочной системы, динамичность развития, сложность планировочной системы, коэффициент динамичности.

Bystrova T. Yu., Mazaev G. V.

Influence of the urban planning system properties on the finding of urban planning monuments

The influence of the initial properties of the urban planning system on the finding urban planning monuments in it and securing them in this status is analyzed. It is shown that the most significant role in the preservation of historical layouts that affect the subsequent development of the city is played by the properties of dynamism, complexity and coherence of the planning structure. Their underestimation by specialists leads to the loss of historical layouts-monuments of urban planning. Permissible thresholds for increasing the dynamism of changes in the planning system are determined, the concept of the city dynamism coefficient and the associated state of historical layouts is introduced.

Keywords: planning structure, properties of the planning system, development dynamism, complexity of the planning system, dynamism coefficient.



**Мазаев
Григорий
Васильевич**

кандидат архитектуры, профессор, академик РААСН, главный научный сотрудник, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект, Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: uro-raasn@mail.ru

Введение

Рассматривая город как сложную многоуровневую систему, сочетающую в себе спонтанную динамику и целенаправленное формирование, нельзя не согласиться с тем, что в числе «точек роста» могут и должны быть исторически сформированные пространственно-планировочные образования, определяющие не только последующие конфигурации, но и сам процесс территориального развития города. Мы считаем подобные образования особо значимыми и ценными для преемственного развития города и обеспечения его идентичности, требующими специальных профессиональных действий по выявлению, охране и учету в градостроительной практике. В этом качестве они вполне соответствуют формулировке «памятник градостроительства», которая, хотя и присутствует в современном российском законодательстве,

но не наполнена концептуальным содержанием и требует теоретической проработки.

Простой констатации значения памятников градостроительства для последующих городских процессов явно недостаточно, вслед за ней возникает целый ряд дискуссионных вопросов. За длительный период существования того или иного города меняются подходы и принципы его организации, возникают новые функции и потребности, разрабатываются нормативные требования, которые ведут к изменениям планировочной системы. При этом большая часть решений, имеющих высокое градостроительное значение, создавалась до середины XIX в., в период практически полного отсутствия формализованных концепций развития городов, — тогда как регламентация происходит в иных социальных и технологических условиях. Возможно ли сегодня сохранение городской исторической основы в целом или хотя бы в отдельных частях в качестве памятника градостроительства и в какой мере сохранение повлияет на пространственно-планировочные, архитектурные решения и развитие города в целом? Существуют ли объективные

¹ Работа выполнена по плану ФНИ РААСН и Минстроя России на 2025 год в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2025–2030 годы).

условия для сохранения памятников градостроительства в постоянно изменяющейся планировочной системе города? Влияют ли на эти возможности изменения свойств самого градостроительного объекта? И еще один важный вопрос — что считать памятником градостроительства, какие части и элементы планировки города могут относиться к этой категории?

Исторические вопросы градостроительства в достаточной мере разработаны. Устройство и динамика городов разных периодов изучены представителями разных научных дисциплин, от градостроителей и архитекторов до историков и культурологов. Не ставя задачей полный обзор источников, укажем на те из них, где присутствует указание на некоторое исходное свойство, играющее заметную роль в последующей судьбе города. Г. В. Алферова подчеркивает строго продуманный план русских городов XVI–XVII вв. [1], И. А. Бондаренко выявляет иерархические объемно-пространственные решения русских городов [4] на ранних этапах, что свидетельствует о высоком уровне градостроительного мышления. Н. Ф. Гуляницкий вслед за А. М. Тверским указывает на стабильное эволюционное развитие «ядра» древнерусского города [18], А. С. Щенков называет крепость и посад «основными структурными элементами подавляющего большинства древнерусских городов» [22].

То же видим и в отношении других стран и регионов. К. З. Ашрафян характеризует структуру средневековых городов Индии как «квартально-кастовую» [2]. Г. фон Белов описывает город в средневековой Германии как «постоянный рынок» и «бург», преемник римских городов [3]. О такой преемственности, но не исключающей своеобразия, говорит и С. Д. Червонов в отношении городов Испании, особенно Андалусии, как «порождении» арабских градостроительных решений, — в их отличии от кастильских городов, рожденных военными поселениями [21].

В. Л. Воронина говорит о недолговечности «круглого» Багдада на фоне других городов арабского мира [6], имевших «квадратную» планировку. В. И. Лучкова и Л. В. Задвернюк видят специфику китайского средневекового города как синтетического целого в связи планировки с природой через геомантию и фэншуй [12]. Эту детерминацию ландшафтом и местоположением делает решающей при изучении бельгийских городов А. Пиренн (бельгийские города — «дети сред-

невековья», его промышленности и торговли, совершаемой не только на суше, но и по морю) [17]. Специально или даже непреднамеренно все авторы выделяют некоторые узнаваемые «единицы» и качества исходных планировок городов, связывающие их с предшествующими градостроительными решениями и, вместе с тем, обогащенные находками, связанными с ландшафтными, климатическими, экономическими условиями регионов. Такие планировочные структуры, будучи воспроизводимыми и развиваемыми в ходе исторического развития города, обеспечивают его целостность и идентичность.

Г. В. Мазаев исследует «идеальные» города, подчеркивая единый источник их устройства, восходящий к античному платонизму [14]. К. Линч пишет о «совершенной форме в градостроительстве», напрямую связывая ее с пространственной организацией человеческих действий в конкретном месте, к тому же меняющихся в ходе истории [10]. Городские ландшафты как специфическое образование, определяющее своеобразие конкретных городов, изучают М. Лев и ее соавторы [20]. Закономерности решений новых элементов города (парков, общественных пространств), во многом обусловленных городским устройством предшествующих периодов, находит В. Рыбчинский [19]. Уникальные планировочные решения уральских индустриальных городов в их связи с водой и ископаемыми, с одной стороны, и урбанистическими идеями Нового времени, с другой, изучают Т. Ю. Быстрова [5], Р. М. Лотарева [11]. Несмотря на разницу регионов и периодов изучения, все авторы прямо и косвенно подтверждают наличие значимых планировочных подсистем, присутствующих в структуре города и влияющих на его развитие.

В итоге обзор источников по теме подсказывает возможность выявления значимых для развития и идентичности города планировочных решений, детерминированных: а) внутренними целями, б) ландшафтом и местонахождением, в) предшествующими градостроительными формами. Их комплекс обусловливает своеобразие данного конкретного города и подсказывает более перспективные направления его градостроительного развития. Такие образования необходимо сохранять, поскольку именно они могут иметь статус памятника градостроительства. Но для этого нужно понимать логику определения их границ для их выявления и охраны.

Методология исследования

Градостроительные планировочные системы можно рассматривать как сложные иерархические целостности, что дает возможность учитывать законы их построения и функционирования, влияющие на определение памятников градостроительства. Характеристики и законы функционирования сложных иерархических систем рассмотрены в трудах Л. Берталанди, К. Александера, Д. Мако, М. Мангейма, М. Д. Месаровича, И. Такахары, а также в работах по кибернетике Н. Винера, У. Р. Эшби. Эти исследования не только дают необходимый для анализа понятийный аппарат, но и позволяют рассмотреть влияние собственных исходных свойств городской среды на выявление и фиксацию памятников градостроительства.

Условия сохранения памятников градостроительства при развитии городов

При работе с наследием городов мы видим принципиальные различия между градостроительными и архитектурными объектами, определяющие возможности их сохранения в качестве памятников градостроительства и архитектуры. Архитектурные объекты в большей мере культурно и технологически обусловлены, в современный период выполняются на основе архитектурного проекта². Они составляют отдельные элементы города как системы, пространственно ограничены, могут иметь завершенную и целостную форму. Поэтому их достаточно легко вычленив из других элементов города и рассмотреть как отдельный объект с особым статусом памятника архитектуры. Трудности их сохранения локальны и редко распространяются за пределы исторических границ участка, влияя только на контактирующие с ним объекты. Реставрационные работы на объекте связаны в основном именно с ним и не влияют на прочие объекты-памятники, не затрагивая весь город в целом.

Градостроительные объекты — планировочные структуры, их отдельные части и элементы — относятся к искусственно-естественным системам, имеют сложную иерархическую организацию, состоят из связанных между собой элемен-

2 Об архитектурной деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон от 17.11.1995 №169-ФЗ (с изм. от 10 июля 2023 г.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8344/ (дата обращения: 10.05.2025).

тов различной сложности. Градостроительная система пространственно распределена, ее отдельные части могут находиться в различных фазах развития. Сохранение части планировочной системы как памятника градостроительства, то есть фиксация ее неизменяемого состояния в изменяющемся окружении, может привести к трудностям развития всей системы.

Большое влияние на градостроительную систему оказывает технологический уклад, на котором в данный момент находится промышленность города. Кроме того, различные типы планировок обладают собственными свойствами, определяющими возможности их роста. Все эти законы воздействуют на объекты-памятники градостроительного искусства, создавая сложности с выявлением, установлением границ и режимов использования в планировочной системе города. Рассмотрим влияние планировок городов на памятники градостроительства.

Влияние свойств градостроительной системы на возможность сохранения памятников градостроительства

Градостроительная система обладает рядом объективных свойств, полностью или частично влияющих на возможность ее сохранения как памятника градостроительства: динамичность — сложность — связность. Их особое качество заключается в неразрывном единстве — каждое из них является формой реализации двух других и не проявляется отдельно. Это определено так называемыми «законами Эшби», согласно которым:

- сложная система для сохранения в ней равновесия должна быть динамичной. Возрастание сложности системы ведет к нарастанию ее изменчивости, которая начинает преобладать над устойчивостью. Иначе говоря, историческая динамика города, скорее, препятствует, чем помогает сохранению его исходных градостроительных структур или их элементов;
- возрастание динамичности системы может перерасти в хаос, что приведет к трудностям в организации функционирования системы в ходе ее роста и развития. Поэтому система должна усложняться, перестраиваться и самоорганизовываться внутри себя. Ей необходимо сохранять элементы устойчивости, обеспечивающие ее целостность и законченность, т. е. идея выявления и сохранения памятников градостроительства может работать на организацию растущего города как системы;
- сложность системы обеспечивается наличием интенсивных внутренних связей, что ведет к росту связности между элементами системы, ликвидации разрывов и лакун в системе [23, 94]. Для нас это означает необходимость дополнительных усилий по обеспечению внешних связей памятника градостроительства с остальными элементами планировочной системы.

Динамичность планировочной системы Г. А. Малоян определяет как соотношение в ней устойчивости и изменчивости [15, 35]. С ростом динамики растет изменчивость планировки. Но планировки, представляющие памятники градостроительства и являющиеся предметом охраны, как следует из самого понятия охраняемого памятника, меняться не должны. Это означает, что их динамичность не может повышаться. Это условие может, в свою очередь, привести к проблемам развития всей планировочной системы в целом, особенно, если ограничение динамичности относится к центральным зонам городов. Градостроители пытаются разрешить противоречие, возникающее в этом случае, установлением особых территориальных «зон покоя», введенных, к примеру, в генеральном плане Москвы по предложению А. В. Кузьмина.

А. Э. Гутновым выдвинута идея о неоднородности элементов планировочной системы по срокам жизни, их различной динамичности: «Рост связан не только с увеличением физических размеров системы, но и с изменением ее динамической структуры» [9, 13]. Отсюда можно говорить о разной устойчивости элементов исторических планировок, динамика которых различна. Важно установить «порог динамичности» планировочной системы, переход через который вызовет рост ее изменчивости, т. е. приведет к утрате ее исторических элементов, и она перестанет быть объектом культурного наследия. М. С. Гнедовская на основе изучения эволюции планов российских городов XIX в. делает вывод, что к коренным изменениям в форме их планов и планировочной структуре ведет удвоение численности населения [7]. Увеличение численности населения города связано с его территориальным ростом. При сохранении исторической застройки городов XIX в. территория города также увеличивалась вдвое. То есть порогом динамичности развития города, за которым происходит изменение его планировки, можно в равной степени считать удвоение численности населения города или величины его территории. Можно ввести понятие, характеризующее динамику города, — коэффициент динамичности развития города, выражающийся количеством «порогов удвоения», через которые прошел город ($K_{др}$).

Многие исторические города, которые и составляют памятники градостроительства, к настоящему времени прошли через несколько этапов удвоения численности населения. Они имеют разную динамику развития, что выражается разницей их коэффициентов динамичности. Г. В. Мазаевым установлены изменения динамики ряда исторических городов. Это дает возможность связать величину коэффициента динамичности ($K_{др}$) с изменчивостью планировочной структуры и возможностью ее сохранения в качестве памятника градостроительства. Например, более устойчивы города Пошехонье, Солигалич, Бирюч — их $K_{др} = 1$; города Богородицк, Ефремов, Юрьев-Польский, Любим, Углич имеют $K_{др} = 2$; Тутаев, Сызрань, Шенкурск, Семенов — 3; Шадринск — 4; Глазов — 6; Екатеринбург — $K_{др} = 7$.

Города с $K_{др} = 1$ относятся к малым, они сохранили первоначальную регулярную планировку и форму плана. Города с $K_{др} = 2$ тоже следуют исходным принципам развития планировки, что при территориальном росте не приводит к ее изменениям. То есть малые города с $K_{др} < 2$ имеют низкую динамику развития и сохраняют целостную историческую планировку и застройку. Они могут быть отнесены к категории *комплексных памятников градостроительного искусства* России начала XIX в.

Малые и средние города с $K_{др} = 3$ сохранили принципы развития планировочной структуры, а их первоначальные исторические планировки вошли в новые планы. Изменения затронули отдельные элементы планировочной системы и историческую застройку. Сохранились отдельные части исторической планировки и застройки, которые могут сохраняться как «зоны покоя» с развитием только в исторических типах застройки. Такие города могут быть отнесены к категории городов, сохранивших отдельные объекты-памятники градостроительства.

Крупные и крупнейшие города, имеющие $K_{др} > 4$, сохранили историческую планировку, вошедшую в их современную планировочную структуру, которая изменяется в соответствии с особенностями типа города. В ней происходит объединение исторических кварталов в целях увеличения территорий для новой застройки, перекрытие исторических улиц новой застройкой, застраиваются исторические площади, утерьявшие свое



а



б



в

Иллюстрация 1: а — исторический план г. Верхотурье. Источник: https://www.prlib.ru/sites/default/files/book_preview/bea90d2e-781a-44ae-bfe7-0ec83357f044/178602-doc1.jpg; б — план г. Верхотурье. 2016 г. Источник: <https://uniip.ru/wp-content/uploads/2017/09/g21-5-830x568.jpg>; в — общий вид Верхотурского кремля, состояние после реставрации. 2020 г. Источник: https://putidorogi-nn.ru/images/stories/evropa/rossiya/kreml-i-kreposti-rossii/kreml-i-kreposti-rossii_18.jpg

значение и ставшие разрывами в застройке, полностью утрачивается историческая застройка и сохраняются только ее элементы — памятник архитектуры. Такие города могут быть отнесены к категории городов с сохранением отдельных элементов исходной планировочной системы, имеющих статус памятников градостроительства. В этом случае их понимание специалистами приближается к объектному пониманию памятников архитектуры.

Это можно показать на примере изменений, произошедших в исторической планировке центральной зоны Екатеринбурга, города с высокой динамикой развития.

Центральная часть города в границах улиц Московская — Восточная — Фурманова в основном сохранила планировочную структуру плана 1829 г. (арх. В. И. Гесте). Радикально изменилась застройка, имеющая, согласно

А. Э. Гутнову, наиболее высокую динамичность развития и отнесенная им к категории «ткани»: исчезла практически вся малоэтажная застройка усадебного типа, сохранены только отдельные кварталы и здания, имеющие статус памятников архитектуры. Планировочная структура претерпела значительно меньше изменений, которые заключаются, в основном, в укрупнении первоначальных кварталов регулярной прямоугольной планировки: из 260 кварталов укрупнение произошло в 50 кварталах для размещения новой многоэтажной застройки. Однако такое развитие регулярной прямоугольной планировки является ее объективным свойством, подобные явления многократно происходили в исторических планировках. Были застроены две площади, вместо одной (Сенной) площади создан дендрологический парк. То есть изменения затронули примерно 20% планировочных элементов. Еще меньше изменений в уличной сети, она практически сохранилась, лишь некоторые улицы стали короче по протяженности — из-за укрупнения кварталов они оказались перерезанными зданиями новой застройки. Наибольшие изменения произошли в зоне реконструкции центра и на территории Екатеринбург-Сити, где историческая планировка полностью уничтожена. Это подтверждает выведенный нами из законов Эшби тезис о том, что усиление динамичности развития планировки увеличивает ее изменчивость, которая охватывает не только кратко живущие элементы застройки, но и ее наиболее устойчивые части.

Части планировочной системы могут иметь различную динамику развития, под воздействием которой трансформируются их элементы. Поэтому сохранение целостной исторической планировки в динамически развивающемся городе невозможно; могут сохраняться либо отдельные ее части (например, в виде музеефицированных кварталов), либо отдельные планировочные элементы. Так, возможно сохранить историческую планировку с заменой застройки низкого типа сложности на элементы сложной системы. При этом следует выбирать архитектурные решения, сохраняющие исторические кварталы и не перерезающие улицы.

Можно ввести классификацию городов по степени динамичности развития, определяющей разные возможности по сохранению в них объектов исторической планировки — памятников градостроительного искусства. Общая закономерность влияния динамичности на сохранение памятников градостроительства следующая: чем выше динамичность развития города, тем меньше возможность сохранения элементов планировочной системы — памятников градостроительства.

Примером исторического малого города, сохранившего низкую динамику развития, обеспечившую целостность и неизменность его планировки, служит Верхотурье. Город избежал реализации многократных попыток повышения динамичности его развития. Предлагалось объединение его с поселком Привокзальный, значительное развитие северной части города со строительством многоэтажного жилья и даже строительство в Верхотурье нефтеперерабатывающего комбината — типичное предложение советского периода по развитию малых городов. Подобные решения неминуемо привели бы к уничтожению исторической планировки города и сохранению только отдельных объектов-памятников архитектуры. Изменение масштаба застройки привело бы к нарушению их восприятия и всей панорамы города. Отказ от подобных действий дал возможность не только комплексной реставрации города, но и восстановлению утраченных исторических элементов — стен и башен кремля (Иллюстрация 1).



Иллюстрация 2: а — план г. Невьянска. Источник: http://quist.pro/books/strashnie_tainy_urala_kniga_rundkvist_1725_naklonnaya_bashnya.php; б — общий вид исторической части Невьянска после реставрации. Источник: <https://avatars.mds.yandex.net/get-altay/2701558/2a0000017226db21456c48a1d86ff7e29b80/orig>

Сложность организации планировочной структуры города является вторым важнейшим фактором, определяющим возможность сохранения памятников градостроительства. Ее изменение ведет к радикальным изменениям в планировке города. Сложность планировки не является простым механическим ростом количества ее элементов или усложнением планировки отдельных из них. Это качественная характеристика планировочной системы. Теория иерархических систем выделяет два типа сложности: большие системы, характеризующиеся большим количеством элементов и их взаимосвязей; сложные системы, состоящие из различных подсистем, отличающихся по своей организации и принципам действия [16, 5]. Если действие в большой системе можно рассчитать, то в сложной системе невозможно выполнить все расчеты для прогноза ее поведения.

В соответствии с этими принципами Г.В. Мазаев выделяет планировочные системы двух типов сложности [13, 23]. *Большие* планировочные системы состоят из простых монофункциональных элементов. К этому типу относятся планировочные системы городов на ранних фазах их развития, которые чаще всего и составляют предметы охраны в качестве памятников градостроительства. *Сложные* планировочные системы состоят из разнородных типологических и функциональных подсистем. Исторически процесс градостроительства представляет собой преобразование больших планировочных систем в сложные. Однако эти системы состоят из различных планировочных элементов, поэтому элементы большой системы в процессе ее развития заменяются элементами сложной системы, в результате чего происходит утрата исторических элементов застройки. Поэтому утрата так называемой *средовой застройки* — объективный процесс, связанный с изменением сложности планировочной

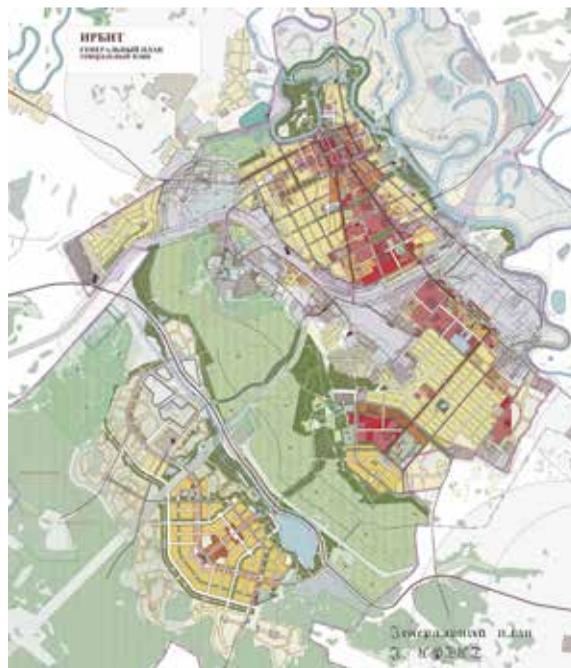


Иллюстрация 3. Генеральный план г. Ирбита. Источник: <https://urtmag.ru/upload/medialibrary/7a5/5.jpg>

системы городов. Для ее сохранения сложность планировки должна оставаться в рамках большой системы, а ее развитие должно вестись только в типах элементов этой системы.

Повышение сложности планировочной системы может происходить в отношении: всей системы в целом, ее отдельных планировочных элементов или отдельных подсистем. Пример преобразования планировочной системы с переходом по типу сложности из больших систем в сложные в отношении всей системы в целом можно показать на генеральном плане г. Невьянска. Историческая планировка города, сохранившая черты нерегулярной планировки, по проекту генерального плана должна была быть преобразована к 2000 г. в сложную систему современного города с полной утратой исторической планировки. Этот пример показывает недопустимость реконструкции исторического города с изменением типа сложности его планировочной организации. Сохранение сложности предопределяет возможности сохранения уникальной планировочной структуры в качестве памятника градостроительства. Признание Невьянска историческим городом и работы по реставрации и ревалоризации его исторического завода привели к изменению генерального плана с отказом от изменения типа сложности планировки города (Иллюстрация 2).

Изменение сложности отдельных элементов планировочной системы на примере транспортной подсистемы показывает генеральный план г. Ирбита. В ходе развития его уникальной семилучевой планировки в южной части города возник микрорайон многоэтажной застройки — элемент планировочной системы сложного типа. Однако его застройка не перекрыла исторические улицы. Это объясняется увеличенной величиной кварталов в этой части города вследствие эффекта разбегания лучевых улиц. Гораздо большую опасность представляли предложения по изменению транспортной системы с переводом ее в тип сложной. Однако в генплане 1989 г. удалось совместить два типа сложности элементов улично-дорожной сети, разместив современную обходную магистраль в существующем коридоре железной дороги. Пример показывает

возможность совмещения в планировке элементов двух типов сложности. В результате Ирбит сохранил свою историческую планировку и застройку на большей части территории (Иллюстрация 3).

Связность изменяется благодаря неравномерности градостроительной среды. В исторических регулярных планировках она снижается благодаря существованию на территории города естественных рассечений — рек и планировочных элементов — крупных площадей, имевших торговое значение (ярмарочные, сенные, хлебные площади), но утративших его в настоящее время. При повышении динамики развития города и типа сложности планировочной структуры эти рассечения и планировочные лакуны ликвидируются. Это показано на примере изменения планировки исторического центра Екатеринбургa: небольшие реки заключаются в коллекторы, площади получают новый функционал — скверы, дендропарки, места размещения новых общественных зданий или застраиваются объектами жилья. Значение таких изменений незначительно и практически не влияет на возможность сохранения памятников градостроительства.

Заключение

Свойства градостроительной среды оказывают важное влияние на возможность сохранения градостроительных объектов — памятников градостроительства.

Градостроительные системы обладают рядом имманентных свойств, которые влияют на возможность выявления и установления в их структуре зон охраны объектов-памятников градостроительства. Такие объекты должны размещаться на территориях с низкой динамикой развития и сохраняющей сложностью исторической застройки. Повышение динамичности и сложности градостроительной среды ведет к трансформации исторических зон застройки, что означает утрату их как объектов культурного наследия. Есть и еще один путь, требующий специального изучения, когда выявление исторически сложившихся паттернов городской застройки может быть концептуально переосмыслено и учтено в планировочных решениях новых районов, — естественно, с учетом исторической динамики [20].

Эти условия должны учитываться при разработке генеральных планов исторических городов. Влияют на возможность выбора памятников градостроительства и процессы, протекающие в планировочной системе. Можно утверждать, что выбор объектов-памятников градостроительства должен основываться не только на экспертном методе, но и на объективных свойствах и процессах градостроительной среды. Отказ от этого принципа приведет в дальнейшем к утрате установленных памятников градостроительства при развитии города.

Список использованной литературы

- Алферова Г. В. Русские города XVI–XVII веков / Ин-т истории СССР АН СССР; ЦНИИ теории и истории архитектуры. — М.: Стройиздат, 1989. — 216 с.
- Ашрафян К. З. Средневековый город Индии XIII — середины XVIII века. — М.: Наука, 1983. — 236 с.
- Белов Г. фон. Городской строй и городская жизнь средневековой Германии / пер. с нем. Е. Петрушевской. — М.: Изд-во М. и С. Сабашниковых, 1912. — 294 с.
- Бондаренко И. А. Древнерусское градостроительство. Традиции и идеалы. — М.: Ленанд, 2017. — 192 с.
- Быстрова Т. Ю. Малые индустриальные города: актуализация наследия: монография. — Екатеринбург: Tatlin, 2022. — 208 с.
- Воронина В. Л. Средневековый город арабских стран. — М.: ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1991. — 103 с.
- Гнедовская М. С. Градоформирующие факторы и их влияние на архитектурно-планировочную организацию малого исторического города: дис. ... канд. арх. — М., 1981. — 196 с.
- Города средневековых империй Дальнего Востока / отв. ред. Н. Н. Крадин; Ин-т истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН. — М.: ИВЛ, 2018. — 367 с.
- Гутнов А. Э. Влияние изменчивости городской среды на принципы ее проектирования: автореф. дис. ... канд. арх. / Моск. арх. ин-т. — М.: [б. и.], 1970. — 21 с.
- Линч К. Совершенная форма в градостроительстве / пер. с англ. В. Л. Глазгычева; под ред. А. В. Иконникова. — М.: Стройиздат, 1986. — 264 с.
- Лотарева Р. М. Города-заводы России. XVIII– первая половина XIX века. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. — 216 с.
- Лучкова В. И., Задвернюк Л. В. Градостроительство древнего и средневекового Китая: учеб. пособие. — Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. — 140 с.
- Мазаев Г. В. Прогнозирование вероятностного развития градостроительных систем. — Екатеринбург: Архитектон, 2005. — 112 с.
- Мазаев Г. В., Мазаев А. Г. «Идеальные города» — малоизвестное градостроительное наследие России // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. — 2013. — № 4. — С. 10–16: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/guyibh> (дата обращения: 06.05.2025).
- Малоян Г. А. От компактно-концентрической к расчленинно-групповой планировочной структуре крупных городов // Преобразование среды крупных городов и совершенствование их планировочной структуры / ЦНИИП градостроительства. — М.: Стройиздат, 1979. — 233 с.
- Мангейм М. Л. Иерархические структуры: Модель процессов проектирования и планирования / пер. с англ. Б. М. Авдеева, Ю. В. Ковачича и В. Н. Левитского. — М.: Мир, 1970. — 180 с.
- Пиренн А. Средневековые города Бельгии. — СПб.: Евразия, 2001. — 512 с.
- Русское градостроительное искусство: Древнерусское градостроительство X–XV веков / под общ. ред. Н. Ф. Гуляницкого; ВНИИ теории архитектуры и градостроительства. — М.: Стройиздат, 1993. — 3912 с.
- Рыбчинский В. Городской конструктор. Идеи и города. — М.: Ин-т медиа, архитектуры и дизайна «Стрелка», 2014. — 127 с.
- Лев М., Линднер Р., Беркинг Х. Собственная логика городов: новые подходы в урбанистике. — М.: Новое лит. обозрение, 2019. — 220 с.
- Червонов С. Д. Испанский средневековый город / ред.-сост. О. В. Ауров, Е. И. Щербакова. — М.: [б. и.], 2005. — 415 с.
- Щенков А. С. Функциональная структура городов // «Русарх»: Электронная научная библиотека по истории древнерусской архитектуры: [сайт] — URL: <http://rusarch.ru/shenkov1.htm> (дата обращения: 06.05.2025).
- Эшби У. Р. Введение в кибернетику / пер. с англ. Д. Г. Лахути; под ред. В. А. Успенского; с предисл. А. Н. Колмогорова. — М.: Изд-во иностр. лит., 1959. — 432 с.

References

- [1] Alferova G. V. Russkie goroda XVI–XVII vekov / In-t istorii SSSR AN SSSR; CNII teorii i istorii arhitektury. — M.: Strojizdat, 1989. — 216 s.
- [2] Ashrafyan K. Z. Srednevekovyj gorod Indii XIII — serediny XVIII veka. — M.: Nauka, 1983. — 236 s.
- [3] Belov G. fon. Gorodskoj stroj i gorodskaya zhizn' srednevekovoj Germanii / per. s nem. E. Petrushevskoj. — M.: Izd-vo M. i S. Sabashnikovyh, 1912. — 294 s.
- [4] Bondarenko I. A. Drevnerusskoe gradostroitel'stvo. Tradicii i idealy. — M.: Lenand, 2017. — 192 s.
- [5] Bystrova T. Yu. Malye industrial'nye goroda: aktualizaciya naslediya: monografiya. — Ekaterinburg: Tatlin, 2022. — 208 s.
- [6] Voronina V. L. Srednevekovyj gorod arabskih stran. — M.: VNIITAG Goskomarhitektury, 1991. — 103 s.
- [7] Gnedovskaya M. S. Gradoformiruyushchie faktory i ih vliyaniye na arhitekturno-planirovochnuyu organizatsiyu malogo istoricheskogo goroda: dis. ... kand. arh. — M., 1981. — 196 s.
- [8] Goroda srednevekovyh imperij Dal'nego Vostoka / otv. red. N. N. Kradin; In-t istorii, arheologii i etnografii narodov Dal'nego Vostoka DVO RAN. — M.: IVL, 2018. — 367 s.
- [9] Gutnov A. E. Vliyaniye izmenyaemosti gorodskoj sredy na principy ee proektirovaniya: avtoref. dis. ... kand. arh. / Mosk. arh. in-t. — M.: [b. i.], 1970. — 21 s.
- [10] Linch K. Sovershennaya forma v gradostroitel'stve / per. s angl. V. L. Glazycheva; pod red. A. V. Ikonnikova. — M.: Strojizdat, 1986. — 264 s.
- [11] Lotareva R. M. Goroda-zavody Rossii. XVIII– pervaya polovina XIX veka. — Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2012. — 216 s.
- [12] Luchkova V. I., Zadvernyuk L. V. Gradostroitel'stvo drevnego i srednevekovogo Kitaya: ucheb. posobie. — Habarovsk: Izd-vo Tihookean. gos. un-ta, 2012. — 140 s.
- [13] Mazaev G. V. Prognozirovaniye veroyatnostnogo razvitiya gradostroitel'nyh sistem. — Ekaterinburg: Arhitekton, 2005. — 112 s.
- [14] Mazaev G. V., Mazaev A. G. «Ideal'nye goroda» — maloizvestnoye gradostroitel'noye nasledie Rossii // Akademicheskij vestnik UralNIIproekt RAASN. — 2013. — № 4. — S. 10–16: [sajt] — URL: <https://elibrary.ru/rryibh> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
- [15] Maloyan G. A. Ot kompaktno-koncentricheskoy k rassredotochenno-grupповoj planirovochnoj strukture krupnyh gorodov // Preobrazovanie sredy krupnyh gorodov i sovershenstvovanie ih planirovochnoj struktury / CNII gradostroitel'stva. — M.: Strojizdat, 1979. — 233 s.
- [16] Mangejm M. L. Ierarhicheskie struktury: Model' processov proektirovaniya i planirovaniya / per. s angl. B. M. Avdeeva, Yu. V. Kovachicha i V. N. Levitskogo. — M.: Mir, 1970. — 180 s.
- [17] Pirenn A. Srednevekovye goroda Bel'gii. — SPb.: Evraziya, 2001. — 512 s.
- [18] Russkoe gradostroitel'noye iskusstvo: Drevnerusskoe gradostroitel'stvo X–XV vekov / pod obshch. red. N. F. Gulyanickogo; VNII teorii arhitektury i gradostroitel'stva. — M.: Strojizdat, 1993. — 3912 s.
- [19] Rybchinskij V. Gorodskoj konstruktor. Idei i goroda. — M.: In-t media, arhitektury i dizajna «Strelka», 2014. — 127 s.
- [20] Lev M., Lindner R., Berking H. Sobstvennaya logika gorodov: novye podhody v urbanistike. — M.: Novoe lit. obozrenie, 2019. — 220 s.
- [21] Chervonov S. D. Ispanskij srednevekovyj gorod / red.-sost. O. V. Aurov, E. I. Shcherbakova. — M.: [b. i.], 2005. — 415 s.
- [22] Shchenkov A. S. Funkcional'naya struktura gorodov // «Rusarh»: Elektron'naya nauchnaya biblioteka po istorii drevnerusskoj arhitektury: [sajt] — URL: <http://rusarch.ru/shenkov1.htm> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
- [23] Eshbi U. R. Vvedeniye v kibernetiku / per. s angl. D. G. Lahuti; pod red. V. A. Uspenskogo; s predisl. A. N. Kolmogorova. — M.: Izd-vo inostr. lit., 1959. — 432 s.

Статья поступила в редакцию 14.05.2025.
Опубликована 30.06.2025.

Быстрова Татьяна Юрьевна

доктор философских наук, профессор, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), главный научный сотрудник, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИ-проект, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: taby27@yandex.ru

Bystrova Tatyana Yu.

Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Chief scientific officer, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIproekt, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: taby27@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0001-6713-6867

Мазаев Григорий Васильевич

кандидат архитектуры, профессор, академик РААСН, главный научный сотрудник, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: uro-raasn@mail.ru

Mazaev Gregory V.

Candidate of Architecture, Professor, Academician of RAACS, Chief researcher, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIproekt, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: uro-raasn@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3353-7552

СПИРИН П. П., БОЙКО Е. С.

Методика оценки градообразующей базы городов и территорий в рыночных условиях



**Спирин
Павел
Павлович**

академик РААСН, член Союза архитекторов России, директор, Научно-исследовательский институт перспективного градостроительства (НИИ ПГ), Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: pavelsp@list.ru

В период постиндустриального развития, использования возможностей интернета и сервисов искусственного интеллекта важно оценить города, поселения и регионы в целом с позиций сохранения и развития градообразующего потенциала. Это позволит, с одной стороны, сохранить сформированную инфраструктуру, численность населения и сложившуюся систему расселения, не даст многим населенным пунктам исчезнуть, с другой — обеспечить отдельным городам и сельским поселениям конкурентоспособность в формировании устойчивой градообразующей базы, создания новых востребованных мест приложения труда, полноценного раскрытия градостроительного и инвестиционного потенциалов и развития человеческого капитала. В основу оценки градообразующей базы территорий и инвестиционной привлекательности положены факторы, определяющие потенциал территорий: природно-ресурсная обеспеченность, уровень развития промышленности, инвестиционный климат и ряд других. Разработанная методика позволяет получить интегральное значение на уровне отдельного муниципального образования любого субъекта России. Выделение агломераций позволяет оценить их инвестиционную привлекательность. Для расчетов используются методы геоинформационного картографирования. В исследовании рассмотрены пять российских регионов и пять агломераций, расположенных на их территории.

Ключевые слова: градообразующая база, инвестиционная привлекательность территории, агломерация, градостроительный потенциал территории, градостроительная оценка, устойчивое развитие, человеческий капитал.



**Бойко
Евгений
Сергеевич**

кандидат географических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет (СПбПУ), Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: boykoes@yandex.ru

*Spirin P. P., Boyko E. S.
Methodology for assessing the city and territory forming base in market circumstances*

In the period of post-industrial development, using the opportunities associated with the advent of the Internet and artificial intelligence services, it is very important to evaluate cities, settlements and regions as a whole from the perspective of preserving and developing their urban potential. On the one hand such an approach will preserve the established infrastructure, population and established settlement system, prevent many settlements from disappearing, and on the other, ensure competitiveness for individual cities and rural settlements in forming a stable urban base, creating new jobs in demand, fully developing urban planning and investment potential, and developing human capital. The assessment of the city-forming base of territories and investment attractiveness is based on factors that determine the potential of territories: natural resource security, the level of industrial development, the investment climate, and a number of others. The developed methodology makes it possible to obtain an integral value at the level of a separate municipality of any subject of Russia. The identification of agglomerations allowed us to assess their investment attractiveness. Methods of geoinformation mapping are used for calculations. The study examines five Russian regions and five agglomerations located on their territory.

Keywords: urban base, investment attractiveness of the territory, agglomeration, urban development potential of the territory, urban assessment, sustainable development, human capital.

Введение

Развитие цифровых технологий в градостроительстве и управлении к настоящему времени позволило разработать и сформировать базы данных практически для всех субъектов России на основе геоинформационных методов сбора и хранения информации. Накопленные материалы и сформированный механизм их обновления в рамках функционирования

Государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД) и ряда других систем позволяют создать систему мониторинга территорий страны на различных административно-территориальных уровнях на основе градостроительной оценки территорий для обоснования инвестиций и управления ресурсами.

Целью исследования является выработка принципов и методов установления использования градостроительного потенциала на основе синтеза градостроительных и экономических методов для выработки научных подходов к управлению территориями, поддержания каркаса системы расселения с учетом их состояния существующей инфраструктуры и инвестиционного потенциала.

Основные задачи исследования — разработка и апробация авторской методики установления инвестиционной привлекательности территорий, в том числе городских агломераций, на основе геоинформационных данных из открытых источников, для дальнейшего формирования системы мониторинга градостроительной оценки территорий инвестиций, управления ресурсами, обеспечения безопасности и устойчивого развития.

В современной российской практике существует достаточно много различных методических подходов к оценке инвестиционной привлекательности отдельных территорий в рыночных условиях. При этом в большинстве из них пересекаются несколько понятий, таких как «климат», «потенциал», «привлекательность», которые чаще всего определяются как тождественные и включают в себя различные количественные и качественные параметры привлекательности региона [1; 2]. Наиболее известные из них — методика рейтингового агентства «Эксперт РА», методика Агентства стратегических инициатив, методика Национального рейтингового агентства, а также авторские методики — В. А. Сивелькина, Т. М. Смаглюковой, Р. А. Хуснуллина, Н. И. Климовой, И. А. Бланка и др. [4; 10].

Среди зарубежных методик оценки можно выделить методику Гарвардской школы бизнеса, немецкий индекс BERI, методики рейтинговых агентств Standard and Poor's, Moody's, Poors, Fitch, Forbes, Euromoney и др.

Результаты

При разработке представляемой методики расчета инвестиционной привлекательности для уровня административных районов субъектов Российской Федерации и городских агломераций, входящих в состав субъекта, учитывались следующие факторы, определившие выбор исходных данных и способы расчетов:

- Исходные данные должны быть представлены в открытом доступе в сети Интернет в виде векторных картографических слоев.
- Данные должны охватывать все или большинство регионов Российской Федерации, но с уровнем детализации до района или муниципального образования субъекта Российской Федерации [8].
- Данные должны содержать необходимую семантическую информацию и быть актуальными. Актуальность данных должна поддерживаться субъектами Российской Федерации, т. е. данные должны регулярно обновляться.
- Сбор, анализ и обработка данных может производиться автоматизированно, независимо от экспертного мнения.
- Исходные данные должны быть сопоставимы и соразмерны для разных регионов Российской Федерации.
- Метод расчета должен позволять вносить коррективы и гибко изменять настройки, при этом, собственно, человеческий фактор должен быть минимизирован.

Отдельно была решена задача выделения агломераций и учет их границ для выполнения соответствующих расчетов [7; 8; 12; 13].

Исходя из указанных факторов, в качестве источника информации были выбраны материалы федеральной государственной информационной системы террито-

риального планирования (ФГИСТП) и региональных государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД), представляющие собой наборы векторных картографических слоев.

Для разработки методики определения инвестиционной привлекательности пяти выбранных субъектов Российской Федерации использовались открытые данные ФГИСТП¹ и Национального фонда пространственных данных (НСПД)².

Для анализа использованы следующие документы:

- 1 Схема территориального планирования Краснодарского края³ (Иллюстрация 1).
- 2 Схема территориального планирования Воронежской области⁴.
- 3 Схема территориального планирования Свердловской области⁵ (Иллюстрация 2).
- 4 Схема территориального планирования Хабаровского края⁶.
- 5 Схема территориального планирования Тамбовской области⁷.

В качестве показателей, обуславливающих градообразующий потенциал и инвестиционную привлекательность территории, выбраны семь групп факторов:

- 1 Природно-ресурсная обеспеченность.
- 2 Уровень развития промышленности.
- 3 Инвестиционный климат территории.
- 4 Обеспеченность транспортной инфраструктурой.
- 5 Развитие социально-культурной сферы, образования, здравоохранения и спорта.
- 6 Туристическая привлекательность территории.
- 7 Потребительский потенциал территории.

Для каждой группы факторов выполнены расчеты на основе следующих формул.

1. Природно-ресурсная обеспеченность:

$$R = 0,5 \times \frac{A}{T} + 0,5 \times \min \left(1; 25 \times \frac{N}{T} \right). \quad (1)$$

Формула для оценки природно-ресурсной обеспеченности территории, где R — индекс природно-ресурсной обеспеченности территории; A — площадь месторождений полезных ископаемых на территории (км^2); T — общая площадь территории (км^2); N — количество объектов сельского, лесного и рыбного хозяйства.

Доля площади месторождений полезных ископаемых $\left(\frac{A}{T}\right)$ показывает степень насыщенности территории природными ресурсами в виде полезных ископаемых. Чем больше площадь месторождений в сравнении с общей площадью территории, тем выше потенциал для их использования и экономической отдачи.

1 Федеральная государственная информационная система территориального планирования. URL: <https://fgisp.economy.gov.ru>.

2 Национальный фонд пространственных данных. URL: <https://nspd.gov.ru>.

3 Постановление главы администрации Краснодарского края от 10.05.2011 № 438 «Об утверждении Схемы территориального планирования Краснодарского края» (с изм.).

4 Постановление правительства Воронежской области от 05.03.2009 № 158 «Об утверждении Схемы территориального планирования Воронежской области» (с изм.).

5 Постановление правительства Свердловской области от 31.08.2009 № 1000-ПП «Об утверждении Схемы территориального планирования Свердловской области» (с изм.).

6 Постановление правительства Хабаровского края от 10.07.2012 № 232-пр «Об утверждении Схемы территориального планирования Хабаровского края» (с изм.).

7 Постановление администрации Тамбовской области от 24.11.2016 № 1363 «Об утверждении Схемы территориального планирования Тамбовской области» (с изм.).



Иллюстрация 1. Схема территориального планирования Краснодарского края⁸

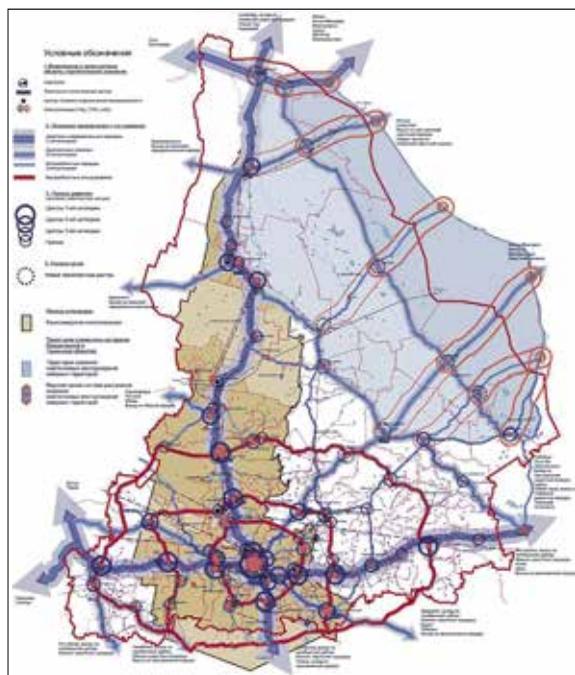


Иллюстрация 2. Схема перспективного территориального планирования Свердловской области⁹

Потенциал хозяйственной деятельности ($\frac{N}{T}$) описывает долю объектов сельского, лесного и рыбного хозяйства в пересчете на единицу площади территории, говорит о ее пригодности для хозяйственного использования. Коэффициент 1,25 корректирует учет плотности размещения объектов хозяйственной деятельности и нормирует вклад этого фактора, ограничивает максимальный вклад хозяйственной деятельности, чтобы избежать чрезмерного влияния при аномально высоком количестве объектов. Например, если плотность объектов превышает стандартный предел, дополнительное увеличение N не дает прироста значимости.

⁸ Постановление главы администрации Краснодарского края от 10.05.2011 № 438 «Об утверждении Схемы территориального планирования Краснодарского края» (с изм.).

⁹ Постановление правительства Свердловской области от 31.08.2009 № 1000-ПП «Об утверждении Схемы территориального планирования Свердловской области» (с изм.).

Оба параметра формулы взвешиваются с одинаковым коэффициентом 0,5, так как для большинства территорий баланс между сырьевыми ресурсами и пригодностью для хозяйственной деятельности является равно важным. Вес этих факторов можно адаптировать в зависимости от конкретных задач. Параметры выбраны, поскольку они отражают ключевые аспекты природно-ресурсной обеспеченности территории: экономический потенциал полезных ископаемых и возможность устойчивого сельскохозяйственного [11] и лесохозяйственного использования. Формула сбалансирована и позволяет учесть природные богатства территории и ее пригодность для хозяйственной деятельности [5; 6].

В качестве апробации с помощью геоинформационного программного обеспечения построена схема природно-ресурсной обеспеченности Свердловской области, включающей Екатеринбургскую и Нижнетагильскую агломерации [9] (Иллюстрация 3–1). На ней цветовой заливкой обозначены рассчитанные коэффициенты для каждого административного района, выделены границы месторождений разведанных полезных ископаемых, обозначены границы агломераций, а также в виде пунсонов с различным весом обозначено количество объектов сельского, лесного и рыбного хозяйства для каждого района. При визуальном анализе схемы прослеживаются три меридионально расположенных с запада на восток зоны низкой, средней и высокой природно-ресурсной обеспеченности. Отдельно выделяется территория в районе Екатеринбурга.

2. Уровень развития промышленности:

$$P = \min \left(1; 25 \times \frac{N}{T} \right). \quad (2)$$

Формула для оценки уровня развития промышленности, где P – индекс производственной обеспеченности территории; T – площадь территории (в км²); N – количество производственных объектов на территории.

Потенциал производственной деятельности ($\frac{N}{T}$) отражает плотность размещения производственных мощностей на территории: чем выше значение, тем больше производственных объектов приходится на единицу площади, что указывает на высокий потенциал или уровень развития промышленности в этом регионе. Коэффициент 1;25 нормирует плотность объектов, обеспечивая корректную интерпретацию значения. Он используется для увеличения чувствительности расчета, чтобы более точно оценивать производственную насыщенность в условиях, когда производственных объектов относительно немного.

Для Свердловской области построена схема уровня промышленного развития [3], включающая рассчитанную по административным районам производственную привлекательность, а также количество добывающих и обрабатывающих предприятий, переработки отходов и прочих объектов, связанных с производственной деятельностью (Иллюстрация 3–2).

3. Инвестиционный климат:

$$I = 0,8 \times \frac{A}{T} + 0,2 \times \min \left(1; 25 \times \frac{N}{T} \right). \quad (3)$$

Формула для оценки инвестиционного климата, где I – индекс инвестиционного климата территории; A – площадь инвестиционных зон (в км²); T – общая площадь территории (в км²); N – количество объектов приоритетных направлений производственной деятельности

Площадь инвестиционных зон (A) является ключевым индикатором готовности территории к принятию

инвестиций. Большая площадь таких зон указывает на высокую организационную подготовленность и доступность ресурсов для инвесторов. Количество объектов приоритетных направлений (N) отражает степень экономической активности в приоритетных секторах, которые часто получают государственную поддержку или привлекают международные инвестиции. Нормирование по общей площади территории (T) необходимо для учета ее размера, исключая необоснованное завышение показателей для крупных регионов. Формула предоставляет всестороннюю оценку инвестиционного климата территории, акцентируя внимание на структурной подготовленности (инвестиционные зоны) и экономической динамике (приоритетные направления). Такой подход способствует адекватному анализу потенциала региона для привлечения капитала.

Схема инвестиционной привлекательности Свердловской области с делением по административным районам приведена на Иллюстрации 3–3.

4. Обеспеченность транспортной инфраструктурой:

$$T = 0,4 \times \frac{Lr}{A} + 0,3 \times \frac{La}{A} + 0,2 \times \frac{1}{D} + 0,1 \times \left(1 - \frac{P}{A}\right). \quad (4)$$

Формула для оценки транспортной инфраструктуры территории, где T — индекс транспортной обеспеченности территории; Lr — длина железнодорожных путей на территории (в км); La — длина автомобильных дорог на территории (в км); A — общая площадь территории (в км²); D — расстояние до ближайшего аэропорта (в км); P — площадь населенных пунктов (в км²).

Длина железнодорожных путей (Lr) в пересчете на единицу площади характеризует плотность железнодорожной сети. Развитая сеть железных дорог играет ключевую роль в транспортной системе, обеспечивая эффективные грузовые и пассажирские перевозки. Коэффициент 0,40 подчеркивает высокую значимость железнодорожной инфраструктуры для общей транспортной обеспеченности. Длина автомобильных дорог (La) в пересчете на единицу площади — плотность автомобильных дорог, которая отражает связанность территории для местного и регионального транспорта. Автомобильные дороги являются основным элементом транспортной инфраструктуры, обеспечивая высокую мобильность. Коэффициент 0,30 задает существенный вклад этого показателя, однако он несколько уступает железнодорожной инфраструктуре из-за ее роли в междугородних и международных перевозках.

Обратная зависимость от расстояния до ближайшего аэропорта. Чем меньше расстояние до ближайшего аэропорта, тем лучше транспортная доступность территории для авиaperевозок. Коэффициент 0,20 отражает значимость воздушного сообщения, которое важно для интеграции региона в глобальные и национальные транспортные сети.

Корректировка на долю площади населенных пунктов учитывает влияние доли урбанизированных территорий, которые могут снижать транспортную доступность за счет плотной застройки и ограничения пространств для транспортной инфраструктуры. Чем меньше доля урбанизированных территорий, тем выше доступность пространства для транспорта. Коэффициент 0,10 отражает умеренное влияние этого фактора, так как он является второстепенным по сравнению с остальными параметрами. Формула обеспечивает комплексную оценку транспортной обеспеченности территории, учитывая все ключевые аспекты транспортной инфраструктуры: плотность дорог, связанность с аэропортами и влияние урбанизации. Подход позволяет сбалансированно оценивать потенциал региона

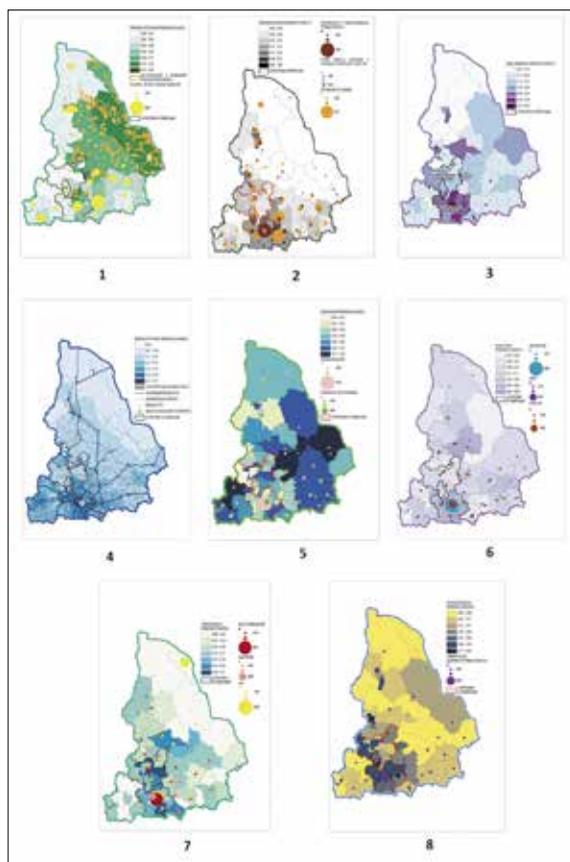


Иллюстрация 3: 1 — схемы природно-ресурсной обеспеченности; 2 — промышленности; 3 — инвестиционного климата; 4 — обеспеченности транспортной инфраструктурой; 5 — объектами здравоохранения и социального обслуживания; 6 — объектами образования, культуры и спорта; 7 — туристической привлекательности; 8 — потребительской привлекательности Свердловской области

с учетом его транспортной доступности. Схема обеспеченности транспортной инфраструктурой Свердловской области приведена на Иллюстрации 3–4.

5. Развитие социально-культурной сферы, образования, здравоохранения и спорта:

$$S = 0,6 \times \min\left(1, \frac{H}{P}\right) + 0,4 \times \min\left(1, \frac{O}{P}\right). \quad (5)$$

Формула для оценки социальной обеспеченности территории, где S — индекс социальной обеспеченности территории; H — количество объектов здравоохранения на территории; O — количество объектов социального обслуживания на территории; P — численность населения на территории, в тысячах человек.

Плотность объектов здравоохранения отражает доступность медицинских услуг на территории с учетом численности населения. Он важен для оценки того, насколько эффективно система здравоохранения обслуживает граждан, особенно в районах с высокой плотностью населения. Площадь объектов здравоохранения нормируется на численность населения, что позволяет исключить влияние размеров территории и сосредоточиться на обеспеченности медицинскими услугами. Коэффициент 0,6 указывает на высокую важность доступности здравоохранения для социальной обеспеченности, так как здоровье населения является фундаментом социальной стабильности.

Плотность объектов социального обслуживания оценивает доступность социальных услуг для населения,

таких как дома престарелых, реабилитационные центры и другие учреждения, оказывающие помощь различным категориям граждан, особенно социально уязвимым. Коэффициент 0,4 отражает меньший вес этого фактора по сравнению с здравоохранением, но его значение остается важным для комплексной оценки уровня социальной поддержки на территории.

Объекты здравоохранения (*H*): Доступность медицинских учреждений оказывает прямое влияние на здоровье населения. Плотность таких объектов позволяет точно оценить, насколько эффективно система здравоохранения обслуживает регион, что особенно важно для территорий с высокой численностью населения.

Объекты социального обслуживания (*O*): Объекты социального обслуживания необходимы для обеспечения поддерживающих услуг уязвимым категориям граждан (пожилые люди, инвалиды и др.), что напрямую влияет на уровень социальной защищенности населения и стабильность социальной среды.

Численность населения (*P*): Использование численности населения в качестве нормирующего параметра позволяет корректно оценить обеспеченность социальной инфраструктурой в расчете на каждого человека, исключая влияние размера территории и обеспечивая справедливую оценку для различных типов регионов.

Коэффициенты: Коэффициенты 0,6 и 0,4 выбраны на основе их относительной важности для социальной обеспеченности, где доступность здравоохранения имеет более высокий приоритет, учитывая его прямое влияние на здоровье и жизнь населения.

Формула предоставляет комплексную оценку социальной обеспеченности территории, подчеркивая важность плотности объектов здравоохранения и социального обслуживания с учетом численности населения. Такой подход позволяет более точно оценить уровень социальной обеспеченности в разных регионах, независимо от их размера и плотности [10].

Для Свердловской области в результате расчетов построена схема обеспеченности территории объектами здравоохранения и социального обслуживания, приведенная на Иллюстрации 3–5.

6. Обеспеченность объектами образования, культуры и спорта:

$$C = 0,6 \times \min\left(1, \frac{E}{P}\right) + 0,2 \times \min\left(1, \frac{S}{P}\right) + 0,2 \times \min\left(1, \frac{K}{P}\right). \quad (6)$$

Формула для оценки обеспеченности территории объектами образования, культуры и спорта, где *C* – индекс обеспеченности территории социально-культурными объектами; *E* – количество объектов образования на территории; *S* – количество объектов спорта на территории; *K* – количество объектов культуры на территории; *P* – численность населения на территории, в тысячах человек.

Плотность объектов образования отражает доступность образовательных учреждений на территории с учетом численности населения. Параметр важен для оценки того, насколько эффективно система образования удовлетворяет потребности населения. Количество объектов образования (*E*) нормируется на численность населения (*P*), что позволяет исключить влияние размеров территории и сосредоточиться на обеспеченности образовательными учреждениями. Плотность объектов спорта (*S*) оценивает доступность спортивных объектов для населения. Он важен для оценки физической активности и вовлеченности граждан в спортивную и здоровую деятельность.

Коэффициент 0,2 отражает меньший вес этого параметра по сравнению с образованием, однако его значение остается важным для комплексной оценки уровня культурной обеспеченности на территории.

Плотность объектов культуры (*K*) оценивает доступность культурных объектов, таких как театры, музеи, концертные залы и другие учреждения, способствующие культурному развитию населения. Коэффициент 0,2 указывает на меньшую значимость этого параметра по сравнению с образовательной инфраструктурой, но не менее важен для полноценного развития общества.

Коэффициенты: Коэффициенты 0,6 для образования и 0,2 для спорта и культуры выбраны на основе их относительной значимости для культурной обеспеченности, где образование имеет более высокий приоритет, так как оно напрямую влияет на культурное развитие населения.

Формула позволяет комплексно оценить уровень обеспеченности территории объектами образования, культуры и спорта, подчеркивая значимость доступности образовательных, спортивных и культурных объектов с учетом численности населения. Такой подход позволяет получить справедливую оценку уровня культурной обеспеченности для разных территорий.

Для территории Свердловской области схема приведена на Иллюстрации 3–6.

7. Туристическая привлекательность территории:

$$O = 0,8 \times \min\left(1, \frac{R}{P}\right) + 0,2 \times \min\left(1, 25 \times \frac{H}{A}\right). \quad (7)$$

Формула для оценки туристической привлекательности территории, где *O* – индекс туристической привлекательности территории; *R* – количество объектов для размещения туристов на территории; *H* – количество объектов культурного наследия на территории; *A* – площадь территории, в километрах; *P* – численность населения на территории, в тысячах человек.

Объекты для размещения туристов (*R*): Доступность жилья и объектов для размещения туристов непосредственно влияет на уровень туристической привлекательности региона. Плотность таких объектов позволяет точно оценить, насколько территория готова принимать и обслуживать туристов.

Объекты культурного наследия (*H*): Наличие объектов культурного наследия увеличивает привлекательность территории для культурного туризма. Эти объекты привлекают туристов, заинтересованных в истории и культуре, и являются важной составляющей имиджа региона как туристической дестинации.

Численность населения (*P*): Использование численности населения в качестве нормирующего параметра позволяет оценить, насколько территория готова обеспечить размещение туристов в расчете на каждого человека. Это исключает влияние размера территории и позволяет более точно оценить потенциал туристической инфраструктуры.

Площадь территории (*A*): Площадь территории используется для нормирования количества объектов культурного наследия, что позволяет исключить влияние размера территории и сосредоточиться на ее культурной ценности для туристов.

Коэффициенты: Коэффициент 0,8 для объектов размещения и 0,2 для объектов культурного наследия выбраны на основе их относительной важности для туристической привлекательности. Объекты размещения играют более значимую роль для привлечения туристов, тогда как культурное наследие поддерживает интерес и способствует созданию уникального имиджа региона.

Формула позволяет комплексно оценить уровень туристической привлекательности территории, подчеркивая важность доступности объектов для размещения туристов и наличия объектов культурного наследия. Такой подход позволяет оценить потенциал территории как туристической дестинации, независимо от ее размера и плотности населения.

Схема туристической привлекательности Свердловской области приведена на Иллюстрации 3–7.

8. Потребительская обеспеченность:

$$E = 0,8 \times \min \left(1, \frac{N}{A} \right) + 0,2 \times \min \left(1, 25 \times \frac{C}{N} \right). \quad (8)$$

Формула для оценки потребительской привлекательности территории, где: E – индекс потребительской привлекательности территории; N – численность населения на территории, в тысячах человек; A – площадь территории, в километрах; C – количество коммерческих и административных объектов на территории.

Плотность населения описывает плотность населения на территории, что важно для определения потребительской привлекательности региона. Чем выше плотность населения на единицу площади, тем более привлекательным является рынок для потребителей и предпринимателей. Плотность населения нормируется на площадь территории, что позволяет исключить влияние размеров региона и сосредоточиться на плотности населения как фактора потребительской активности.

Плотность коммерческих и административных объектов (C/A) характеризует доступность коммерческих и административных объектов с учетом численности населения. Он важен для оценки наличия инфраструктуры, поддерживающей потребительскую деятельность, такую как торговые точки, офисы и другие объекты, которые способствуют экономической активности на территории. Формула позволяет комплексно оценить потребительскую привлекательность территории, подчеркивая важность плотности населения и наличия коммерческих и административных объектов для создания благоприятной потребительской среды.

Формула расчета интегрального показателя инвестиционной привлекательности территории:

$$ИП = K1 \times 0,15 + K2 \times 0,1 + K3 \times 0,1 + K4 \times 0,15 + K5 \times 0,1 + K6 \times 0,1 + K7 \times 0,1 + K8 \times 0,2,$$

где ИП – инвестиционная привлекательность; $K1$ – природно-ресурсная обеспеченность; $K2$ – уровень развития промышленности; $K3$ – инвестиционный климат территории; $K4$ – обеспеченность транспортной инфраструктурой; $K5$ – обеспеченность территории объектами здравоохранения и социального обслуживания; $K6$ – обеспеченность объектами образования, культуры и спорта; $K7$ – туристическая привлекательность территории; $K8$ – потребительский потенциал территории.

С помощью формул (1)–(8) рассчитаны показатели и построены карты инвестиционной привлекательности для каждого административного района пяти регионов Российской Федерации, а также для территорий выделенных агломераций в этих регионах (Таблица 1, Иллюстрация 4).

По данной методике рассчитаны показатели и построены карты распределения показателей инвестиционной привлекательности для Свердловской области, Краснодарского края, Воронежской области, Тамбовской области, Хабаровского края. Расчетами были охвачены пять субъектов, в которых находятся городские агломерации. При анализе карт хорошо видно, что ожидаемым лидером по инвестиционной привлекательности из указанных субъектов является Краснодарский край, на втором

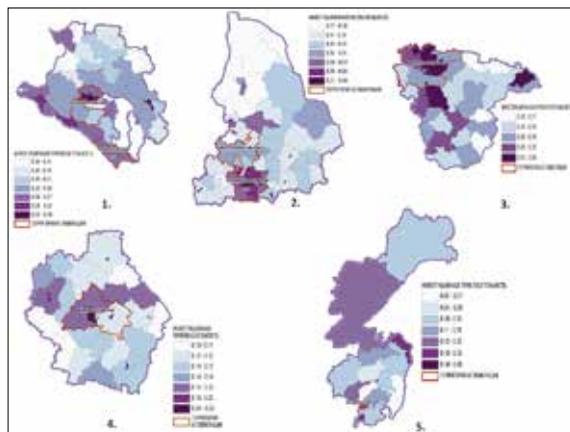


Иллюстрация 4. Карты распределения показателей инвестиционной привлекательности: 1 — Краснодарского края; 2 — Свердловской области; 3 — Воронежской области; 4 — Тамбовской области; 5 — Хабаровского края

Таблица 1. Показатели инвестиционной привлекательности

Субъект Российской Федерации и агломерации	Показатель
Краснодарская агломерация	0,28
Сочинская агломерация	0,33
Краснодарский край	0,23
Тамбовская агломерация	0,22
Тамбовская область	0,15
Хабаровская агломерация	0,38
Хабаровский край	0,13
Екатеринбургская агломерация	0,28
Нижнетагильская агломерация	0,14
Свердловская область	0,18
Воронежская агломерация	0,21
Воронежская область	0,19

месте находится Воронежская область, далее следуют Свердловская и Тамбовская области, замыкает список Хабаровский край.

Самый высокий показатель (0,38) получила Хабаровская агломерация, что, возможно, связано с методом расчета, который несколько отличался от других субъектов, поскольку граница агломерации не совпадает с административным делением, и площадь выделенной агломерации меньше. Далее следуют Сочинская агломерация с показателем 0,33. Краснодарская и Екатеринбургская агломерации получили одинаковый рейтинг (0,28), что хорошо коррелирует с экспертными рейтинговыми оценками. Тамбовская и Воронежская агломерации располагаются в нижней части списка, но также имеют очень близкие показатели, а замыкает список Нижнетагильская агломерация.

Показатель инвестиционной привлекательности для агломерации на несколько пунктов выше, чем для субъекта, в котором она находится, но за исключением Хабаровской агломерации, которая не является лидером в своем субъекте на фоне оценки отдельных муниципальных образований. Например, в Краснодарском крае в рамках Сочинской агломерации оценивалась федеральная территория Сириус, которая имеет максимальный рейтинг – 0,39. В Свердловской области максимальный рейтинг и градообразующий потенциал получился у муниципального образования город Ирбит (0,39). Однако объективность оценки градообразующей базы отдельных муниципальных образований и городов напрямую зависит от актуальности и достоверности исходных данных.

Заключение

1 При смене технологических укладов, изменениях политической, социально-экономической ситуации в отдельных муниципальных образованиях и регионах необходимо вести мониторинг состояния градостроительного инвестиционного потенциала территорий с целью принятия своевременных решений для формирования устойчивости градообразующей базы отдельных населенных пунктов и территорий.

2 Комплексная оценка динамики градообразующей базы (мест приложения труда, инвестиционного потенциала) населенных пунктов позволит повысить устойчивость градостроительных систем и нивелировать последствия неблагоприятных воздействий от колебаний показателей экономической конъюнктуры во времени. Данный подход позволяет определить приоритеты в развитии обеспечивающей инфраструктуры, раскрыть градостроительный потенциал населенных пунктов и сохранить систему расселенческого каркаса в целом отдельных регионов.

3 Современные цифровые технологии позволяют эффективно выстроить структуру мониторинга градостроительных систем на базе иерархии существующей градостроительной документации и соответствующих информационных ресурсах, разделенных по уровню полномочий градостроительных отношений – федеральных (ФГИСТП), региональных (ГИСОГД), местных – муниципальных (ИСОГД), а также отраслевых ведомственных информационных ресурсах.

4 Разработанная методика автоматизированного расчета показателей инвестиционной привлекательности опирается на цифровые базы градостроительных геоданных и может быть в дальнейшем усовершенствована за счет повышения качества исходных данных и более тонкой настройки участвующих в расчетах весовых коэффициентов.

5 Сохранение во времени сформированной транспортной, инженерной, социальной инфраструктуры и сложившейся системы расселения является большим инвестиционным и градостроительным потенциалом, который может быть эффективно раскрыт при наступлении очередного этапа нового технологического уклада развития экономики. Потеря инфраструктуры и расселенческого каркаса повышает риски социальной стагнации отдельных населенных пунктов, угрозы единства экономического пространства и инфраструктурной обеспеченности территорий.

Список использованной литературы

- [1] Александрова И. И. Сравнительный анализ подходов к оценке инвестиционной привлекательности регионов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 6. – № 1. – С. 78–84: [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-podhodov-k-otsenke-investitsionnoy-privlekatelnosti-regionov> (дата обращения: 20.05.2025).
- [2] Антонов Е. В. Городские агломерации: подходы к выделению и делимитации // Контур глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2020. – Т. 13. – № 1. – С. 180–202: [сайт] – URL: https://www.ogt-journal.com/jour/article/view/600/485?locale=ru_RU (дата обращения: 20.05.2025).
- [3] Галкина Н. А., Баев И. А. Выбор и обоснование приоритетов инновационного развития промышленного региона // Вестн. Южно-Урал. гос. ун-та. Серия: Экономика и менеджмент. – 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 35–41: [сайт] – URL: <https://vestnik.susu.ru/em/article/view/7379> (дата обращения: 20.05.2025).

- [4] Куриков В. М., Ташланова Ю. В. Методология оценки инвестиционной привлекательности региона // Вестн. Алтайск. акад. экономики и права. – 2019. – № 5–1. – С. 99–103: [сайт] – URL: <https://vaael.ru/article/view?id=467> (дата обращения: 20.05.2025).
- [5] Кухтин П. В., Левов А. А. Методология управления земельно-имущественным комплексом в регионе: учеб.-метод. пособие. – М.: ФГНУ РНЦГМУ, 2003. – 410 с.
- [6] Кухтин П. В. Экономическая оценка земель населенных пунктов (теория, методика, практика): монография. – М.: Карпов Е. В., 2005. – 187 с.
- [7] Мазаев А. Г. Определение границ агломераций как важная проблема современной градостроительной теории // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2023. – № 1 (56). – С. 22–26: [сайт] – URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2023/03/04_av1-202356.pdf (дата обращения: 20.05.2025).
- [8] Попов Р. А. Региональное управление и территориальное планирование. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 288 с.
- [9] Принципы формирования Екатеринбургской агломерации: отчет о НИР: гос. контракт № К-016-004-1 от 05.09.2016 г. / Мин-во стрит. и развития инфраструктуры Свердлов. обл.; рук. В. С. Трояновский, исполн.: В. И. Алехин [и др.]. – М., 2016. – 87 с.
- [10] Самарина В. П., Илларионова Е. А. Основные принципы выбора инструментария анализа социально-экономического развития региона // Регион: системы, экономика, управление. – 2015. – № 1 (28). – С. 83–85: [сайт] – URL: http://ucpr.arbicon.ru/rseu9515_no1 (дата обращения: 20.05.2025).
- [11] Сиваш О. С., Вельгош Н. З. Методические подходы к формированию и оценке рейтинга инвестиционной привлекательности региона // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2022. – № 3 (60). – С. 70–81: [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-formirovaniyu-i-otsenke-reytinga-investitsionnoy-privlekatelnosti-regiona> (дата обращения: 20.05.2025).
- [12] Сидоренко Н. М., Варгина Т. В., Спиринов П. П., Гаевская З. А. Основные подходы к определению приоритетных направлений пространственного развития сельских территорий Российской Федерации // Экономика и управление. – 2016. – № 1 (123). – С. 17–22: [сайт] – URL: <https://emjume.elpub.ru/jour/article/view/5/5> (дата обращения: 20.05.2025).
- [13] Спиринов П. П. Проблемы и пути решения развития Ленинградско-Петербургской агломерации // Архитектура и строительство России. – 2025. – № 1 (253). – С. 10–15: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80510814> (дата обращения: 20.05.2025).
- [14] Спиринов П. П., Шевырталова Е. С. Предпосылки формирования Балтийской агломерации промышленно-логистического типа // Архитектура и строительство России. – 2025. – № 1 (253). – С. 30–35: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80510818> (дата обращения: 20.05.2025).

References

- [1] Aleksandrova I. I. Sravnitel'nyj analiz podhodov k ocenke investitsionnoj privlekatelnosti regionov // Interekspo Geo-Sibir'. – 2015. – Т. 6. – № 1. – С. 78–84: [sajt] – URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-podhodov-k-otsenke-investitsionnoj-privlekatelnosti-regionov](https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-podhodov-k-otsenke-investitsionnoy-privlekatelnosti-regionov)

- ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-podhodov-k-otsenke-investitsionnoy-privlekatelnosti-regionov (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [2] Antonov E.V. Gorodskie aglomeracii: podhody k vydeleniyu i delimitacii // Kontury global'nyh transformacij: politika, ekonomika, pravo. – 2020. – T. 13. – № 1. – S. 180–202: [sajt] – URL: https://www.ogt-journal.com/jour/article/view/600/485?locale=ru_RU (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [3] Galkina N.A., Baev I.A. Vybor i obosnovanie prioritetov innovacionnogo razvitiya promyshlennogo regiona // Vestn. YUzhno-Ural. gos. un-ta. Seriya: Ekonomika i menedzhment. – 2018. – T. 12. – № 1. – S. 35–41: [sajt] – URL: <https://vestnik.susu.ru/em/article/view/7379> (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [4] Kurikov V.M., Tashlanova Yu. V. Metodologiya ocenki investicionnoy privlekatel'nosti regiona // Vestn. Altajsk. akad. ekonomiki i prava. – 2019. – № 5–1. – S. 99–103: [sajt] – URL: <https://vael.ru/article/view?id=467> (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [5] Kuhtin P.V., Levov A.A. Metodologiya upravleniya zemel'no-imushchestvennym kompleksom v regione: ucheb.-metod. posobie. – M.: FGNU RNCGMU, 2003. – 410 s.
- [6] Kuhtin P.V. Ekonomicheskaya ocenka zemel' naseleennyh punktov (teoriya, metodika, praktika): monografiya. – M.: Karpov E.V., 2005. – 187 s.
- [7] Mazzaev A.G. Opredelenie granic aglomeracij kak vazhnaya problema sovremennoj gradostroitel'noj teorii // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. – 2023. – № 1 (56). – S. 22–26: [sajt] – URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2023/03/04_av1-202356.pdf (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [8] Popov R.A. Regional'noe upravlenie i territorial'noe planirovanie. – M.: NIC INFRA-M, 2018. – 288 s.
- [9] Principy formirovaniya Ekaterinburgskoj aglomeracii: otchet o NIR: gos. kontrakt № K-016-004-1 ot 05.09.2016 g. / Min-vo stroit. i razvitiya infrastruktury Sverd. obl.; ruk. V.S. Troyanovskij, ispoln.: V.I. Alekhin [i dr.]. – M., 2016. – 87 s.
- [10] Samarina V.P., Illarionova E.A. Osnovnye principy vybora instrumentariya analiza social'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona // Region: sistemy, ekonomika, upravlenie. – 2015. – № 1 (28). – S. 83–85: [sajt] – URL: http://ucpr.arbicon.ru/rseu9515_no1 (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [11] Sivash O.S., Vel'gosh N.Z. Metodicheskie podhody k formirovaniyu i ocenke rejtinga investicionnoy privlekatel'nosti regiona // Nauchnyj vestnik: finansy, banki, investicii. – 2022. – № 3 (60). – S. 70–81: [sajt] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-formirovaniyu-i-otsenke-rejtinga-investitsionnoy-privlekatelnosti-regiona> (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [12] Sidorenko N.M., Vargina T.V., Spirin P.P., Gaevskaya Z.A. Osnovnye podhody k opredeleniyu prioritetnyh napravlenij prostranstvennogo razvitiya sel'skih territorij Rossijskoj Federacii // Ekonomika i upravlenie. – 2016. – № 1 (123). – S. 17–22: [sajt] – URL: <https://emjume.elpub.ru/jour/article/view/5/5> (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [13] Spirin P.P. Problemy i puti resheniya razvitiya Leningradsko-Peterburgskoj aglomeracii // Arhitektura i stroitel'stvo Rossii. – 2025. – № 1 (253). – S. 10–15: [sajt] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80510814> (data obrashcheniya: 20.05.2025).
- [14] Spirin P.P., Shevyrtalova E.S. Predposylki formirovaniya Baltijskoj aglomeracii promyshlennno-logisticheskogo tipa // Arhitektura i stroitel'stvo Rossii. – 2025. – № 1 (253). – S. 30–35: [sajt] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80510818> (data obrashcheniya: 20.05.2025).

Статья поступила в редакцию 21.05.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Спирин Павел Павлович

академик РААСН, член Союза архитекторов России, директор, Научно-исследовательский институт перспективного градостроительства (НИИ ПГ), Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: pavelsp@list.ru

Spirin Pavel P.

Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, member of the Union of Architects of Russia, director, Scientific Research Institute of Perspective Urban Development LLC (NII PG), Saint-Petersburg, Russian Federation

e-mail: pavelsp@list.ru

ORCID ID: 0000-0003-3805-0137

Бойко Евгений Сергеевич

кандидат географических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет (СПбПУ), Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: boykoes@yandex.ru

Boyko Evgeniy S.

PhD in Geography, Associate Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU), Saint-Petersburg, Russian Federation

e-mail: boykoes@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0001-8105-7989

Градостроительная доктрина в системе государственных доктрин¹

В статье рассматривается взаимосвязь разрабатываемой Градостроительной доктрины с прочими действующими государственными доктринами. Показано, что все они образуют целостную систему, поскольку сферы деятельности доктрин пересекаются, обеспечивая комплексное и целостное развитие страны. Утвержденные государственные доктрины дают для Градостроительной доктрины существенные основания, так как их положения реализуются в объектах действия Градостроительной доктрины — системах расселения и ее элементах. Приведены конкретные положения Морской, Военной и Экологической доктрин, которые должны учитываться в положениях Градостроительной доктрины.

Ключевые слова: государственные доктрины, Градостроительная доктрина, основания доктрин, взаимосвязь доктрин, система доктрин.

Mazaev G. V.

Urban planning doctrine in the system state doctrines

The article examines the relationship of the Urban planning doctrine being developed with other current state doctrines. It is shown that all of them form an integral system, since the areas of activity of the doctrines overlap, ensuring the integrated and holistic development of the country. The approved state doctrines provide essential grounds for the Urban planning doctrine, since their provisions are implemented in the objects of the Urban planning doctrine — settlement systems and its elements. The specific provisions of the Maritime, Military and Environmental doctrines are given, which should be taken into account in the provisions of the Urban planning doctrine.

Keywords: state doctrines, Urban planning doctrine, foundations of doctrines, interrelation of doctrines, system of doctrines.



**Мазаев
Григорий
Васильевич**

кандидат архитектуры,
профессор, академик
РААСН, главный научный
сотрудник, филиал ФГБУ
«ЦНИИП Минстроя России»
УралНИИПроект,
Екатеринбург, Российская
Федерация

e-mail: uro-raasn@mail.ru

Введение. Взаимосвязь государственных доктрин и Градостроительной доктрины

Сегодня в Российской Федерации принят целый ряд государственных доктрин, которые выражают принципы и намерения действия государства в определенных сферах деятельности. Доктрины не изолированы, образуют целостную систему, в которой декларированные в них задачи оказывают взаимное влияние друг на друга. Это определяется тем, что сферы деятельности государственных доктрин неизбежно пересекаются, обеспечивая целостное комплексное развитие страны. Можно утверждать, что принципы одной государственной доктрины служат основаниями для формирования другой или даже нескольких доктрин. Это положение в полной мере относится и к Градостроительной доктрине.

Является ли Градостроительная доктрина совершенно самостоятельным документом, регулирующим только одну сферу деятельности, или она связана с другими доктринами и становится частью единой системы государственных

доктрин Российской Федерации? Практическая сторона этого вопроса — следствие о включении прочих доктрин в число оснований Градостроительной доктрины и учет их положений в ее составе.

Первый вариант Градостроительной доктрины — «Национальная доктрина градостроительства России» (2001 г.) [8] и ее второй вариант — «Градостроительная доктрина Российской Федерации» (2014 г.) [2] не рассматривали их в системе прочих государственных доктрин. Ничего не писали о связи Градостроительной доктрины с какими-либо государственными доктринами авторы этих вариантов Г. В. Есаулов [3] и В. Я. Любовный [7] и не приводили их в числе правовых оснований Градостроительной доктрины. Однако, несмотря на то, что она разрабатывалась как отдельный и вполне самостоятельный правовой документ, в ней ставились задачи изменения ряда правовых документов смежных областей в целях создания оптимальных правовых условий для градостроительной деятельности. Это относилось не только к земельному, лесному законодательству, но также к бюджетному законодательству и законодательству о местном самоуправлении [10]. При этом никакого «обратного» влияния этих документов на Градостроительную доктрину не предусматривалось. Лишь в авторском варианте доктрины

¹ Работа выполнена по плану ФНИ РААСН и Минстроя России на 2025 год в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2025–2030 годы).

[8, 6] указывалось, что Градостроительная доктрина учитывает основные положения Военной², Морской³, Климатической⁴ и Экологической⁵ доктрин Российской Федерации. Это определялось единством целей этих доктрин и Градостроительной доктрины — защита целостности России, и практической реализацией многих положений этих доктрин, которая осуществлялась в объектах градостроительной деятельности — системах расселения и их элементах.

Государственные доктрины как основания Градостроительной доктрины

В число правовых оснований всех государственных доктрин входят Конституция Российской Федерации, правовые акты Президента и Правительства Российской Федерации. Должны они быть и в числе правовых оснований Градостроительной доктрины как документы, определяющие общие принципы государственной власти в России. Какова их роль в формировании смысловых положений доктрин?

Конституция Российской Федерации — документ высшей юридической силы. Как трактовать конституциональные основания Градостроительной доктрины? Очевидно, как определяющие структуру государства, его состав, целостность территории и экономического пространства, права граждан, другие базовые положения Конституции. В этом значении Градостроительная доктрина и любое из ее положений не могут ей противоречить [11]. Однако Конституция не содержит статей о градостроительной деятельности и развитии Национальной системы расселения как государственной задаче, правах и обязанностях государства по ее реализации. Поэтому первая и вторая редакция Градостроительной доктрины ставили в числе правовых вопросов необходимость создания «особого градостроительного права» (I ред., п. 3.1, с. 62) и «включения градостроительства в перечень предметов совместного

ведения федеральных органов власти и субъектов Федерации» (I ред., разд. II, 3, с. 82). В авторской версии доктрины ставилась задача включения в Конституцию специального раздела о задачах государства по развитию системы расселения страны (п. 25, п/п а, с. 16) и был предложен вариант такого раздела. Получается, что Конституция, определяя базовые принципы деятельности, не дает каких-либо сущностных задач и целей для их решения в конкретных условиях развития доктринальной градостроительной деятельности на период действия доктрины.

То же можно сказать и о правовых документах Президента и Правительства Российской Федерации: на состав Градостроительной доктрины влияют только те из них, которые определяют стратегические цели развития, реализуемые в системах расселения и их элементах. Однако в первых вариантах доктрины при постановке задачи создания «особого градостроительного законодательства» и включения его в «правовое поле Конституции» не учитывается в правовых основаниях существующий Градостроительный кодекс — закон, регулирующий непосредственно градостроительную деятельность. Это говорит о противоречивых и запутанных правовых основаниях Градостроительной доктрины. Но и Градостроительный кодекс не дает сущностных целей и задач для формирования Градостроительной доктрины, так как затрагивает только систему правовых взаимоотношений между участниками градостроительной деятельности. Более того, Градостроительный кодекс регулирует эти отношения на нижележащих уровнях этой деятельности и не затрагивает уровень доктринального градостроительства. Таким образом, предлагаемые правовые основания Градостроительной доктрины устанавливают только ее общие рамки, но не дают сущностных положений для ее формирования.

Принципиально иные основания дают утвержденные государственные доктрины Российской Федерации, поскольку государственные доктрины определяют развитие определенных сфер деятельности, в них ставятся вполне конкретные цели и задачи. Их реализация может происходить на одних и тех же территориях, что потребует координации действий. Могут совпадать и объекты реализации, которые чаще всего оказываются элементами систем расселения. При этом различные доктрины могут предусматривать не совпадающие

или даже противоречивые цели, реализуемые в одном объекте системы расселения: в населенном пункте, транспортном или инфраструктурном объекте. В этом случае положения этих государственных доктрин становятся не общесмысловыми правовыми, а сущностными основаниями формирования Градостроительной доктрины, которые подлежат обязательному учету [9]. Градостроительная доктрина должна средствами градостроительной деятельности доктринального уровня обеспечить выполнение задач государственных доктрин, а также стать координирующим документом.

Взаимосвязь Градостроительной доктрины с утвержденными государственными доктринами Российской Федерации

Положение о взаимодействии Градостроительной и других государственных доктрин можно проиллюстрировать на примере Военной и Морской доктрин. Обе они исходят из одинаковых внешних угроз, таких как продвижение сил НАТО к границам Российской Федерации, стремление США к доминированию в мире, территориальные претензии к Российской Федерации, увеличение масштабов международного терроризма и пиратства и др. Совпадение угроз, которым должны противостоять доктрины, ведет к совпадению их организации и территории действия. Совпадение угроз, которым должны противостоять доктрины, ведет к совпадению принципов их организации и территорий действия. Наиболее наглядно это видно в определении приоритетных направлений доктринальной деятельности. Так, Морская доктрина относит к жизненно важным районам обеспечения национальных интересов России в Мировом океане Арктический бассейн. В новой редакции Военной доктрины поставлена задача Вооруженных сил России в мирное время: обеспечение национальных интересов в Арктике. Совпадают интересы, задачи и регион их решения, что становится предметом совместного действия двух сфер государственных интересов и рассматривающих их доктрин. Но и одним из важнейших приоритетов градостроительной деятельности является освоение арктических регионов — создание северных портов, опорных центров, транспортных систем. Принцип защиты и борьбы с терроризмом, заложенный в Военной и Морской доктринах, содер-

2 Военная доктрина Российской Федерации. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/461> (дата обращения: 25.02.2025).

3 Морская доктрина Российской Федерации. URL: https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/official_documents/1688734 (дата обращения: 15.02.2025).

4 Климатическая доктрина Российской Федерации. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/461> (дата обращения: 25.02.2025).

5 Экологическая доктрина Российской Федерации. URL: https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/official_documents/1688732/ (дата обращения: 15.02.2025).

Таблица 1. Взаимосвязь Морской и Градостроительной доктрин

Принципы и задачи Морской доктрины, служащие основаниями для Градостроительной доктрины	Принципы и задачи Градостроительной доктрины для реализации Морской доктрины
<p>II. Национальные интересы, вызовы и угрозы Национальной безопасности Российской Федерации в Мировом океане:</p> <ul style="list-style-type: none"> — п. 9.13) Развитие Арктической зоны как стратегической ресурсной базы, освоение континентального шельфа; — п. 9.14) Развитие Северного морского пути; 	<p>Раздел в составе Градостроительной доктрины: Национальные градостроительные интересы Российской Федерации.</p> <p>Придание Арктическому региону статуса стратегического градостроительного значения. Разработка Генеральной схемы расселения Арктического региона</p>
<ul style="list-style-type: none"> — п. 14) Жизненно важные районы обеспечения национальных интересов Российской Федерации в Мировом океане; — п. 14.3) Арктический бассейн; 	<p>Разработка научных принципов расселения в Арктической зоне, планировки базовых поселений в экстремальных условиях Арктики. Изучение экологических воздействий на экосистему Арктики</p>
<ul style="list-style-type: none"> — п. 14.4) Акватория Охотского моря; 	<p>Разработка новых портовых городов на побережье Охотского моря, связанных с транспортной системой Байкало-Амурской магистрали. Разработка схемы развития каркаса расселения Дальнего Востока на Тихоокеанском побережье Российской Федерации</p>
<ul style="list-style-type: none"> — п. 15) Важные районы обеспечения национальных интересов Российской Федерации в Мировом океане; — п. 15.1) Акватория Азовского и Черного морей. <p>IV. Приоритеты развития морской деятельности.</p> <ul style="list-style-type: none"> — п. 37.1) Развитие туризма, в т. ч. яхтенного, морских курортов, создание новых курортных центров, устойчивое развитие рекреационных зон; — п. 37.2) Увеличение пропускной способности для обеспечения пассажиропотока в зоны развития туризма Азово-Черноморского бассейна, Крыма, Средиземноморские круизные маршруты; — п. 37.3) Сохранение морского природного и культурно-исторического наследия; 	<p>Придание Азово-Черноморскому региону статуса важного градостроительного значения.</p> <p>Разработка Генеральной схемы расселения в Азово-Черноморском регионе.</p> <p>Создание Круго-Азовской транспортной системы, обеспечивающей развитие и создание новых портов и туристических зон морского туризма, включая яхтенный.</p> <p>Разработка научных принципов планировки новых морских курортов в Азово-Черноморском бассейне.</p> <p>Изучение экологических воздействий на экосистему Азово-Черноморского бассейна.</p> <p>Правовая задача — придание туристическим зонам статуса федеральных территорий.</p> <p>Разработка новых природных заповедников и зон охраны (культурных заповедников) исторического наследия</p>
<ul style="list-style-type: none"> — п. 58.8) Снижение негативного воздействия на экосистему Волжско-Каспийского бассейна; — п. 58.10) Развитие системы базирования Каспийской флотилии. 	<p>Разработка комплексной схемы защиты окружающей среды Волжско-Каспийского бассейна.</p> <p>Разработка Генерального плана г. Каспийска и военно-морской базы Каспийской флотилии как особой территории</p>
<p>VIII. Основы государственного управления.</p> <p>Задачи органов государственной власти, иных государственных органов.</p> <ul style="list-style-type: none"> — п. 89.4) Проводить планирование комплекса мер по развитию морской деятельности 	<p>Учесть положение Морской доктрины в качестве оснований Градостроительной доктрины</p>

жится и в Экологической доктрине. Можно определить такие связи между доктринами, как «связывающие доктринальные принципы». Рассмотрим такие взаимосвязи Градостроительной доктрины с отдельными утвержденными доктринами.

Морская доктрина Российской Федерации детально исследована в работе М. М. Бен Сума [1]. Автор рассматривает ее реализацию через принятие ряда законодательных актов, развивающих отдельные положения доктрины и «выводящие» их на практический уровень. Но Морская доктрина также содержит цели и задачи, для выполнения которых необходимы градостроительные действия (Таблица 1).

Морская доктрина формулирует вполне ясные положения и задачи, определяет приоритетные районы обеспечения национальных интересов Российской Федерации, достигаемых, в том числе, методами доктринального градостроительства, которые послужат основаниями доктрины Градостроительной. Следствием становятся направления научной градостроительной деятельности, разработка крупных доктринальных проектов развития систем расселения в специфических условиях регио-

нов, рассматриваемых в Морской доктрине, разработка комплексных территориальных охранных зон объектов природы в системах расселения и культурного наследия, понимаемого не только как отдельные объекты или части планировки исторических городов, но и как культурные ландшафты различного типа расселения, а также юридические задачи определения особого правового статуса этих градостроительных доктринальных объектов. Можно видеть, что Морская доктрина и формируемая Градостроительная доктрина имеют множественные связывающие доктринальные задачи и принципы.

Экологическая доктрина Российской Федерации относится к числу ранних документов этого типа, поэтому содержит наиболее общие формулировки целей и задач; в ней отсутствуют какие-либо указания на особо важные объекты и территории, нет даже перечня наиболее загрязненных городов и производств, подлежащих первоочередной реабилитации. Это был период потепления в отношениях с США, приведший к сокращению вооружений и ликвидации химического оружия. Поэтому в доктрине появились в числе приоритетных направлений экологической деятельности такие, как:

Таблица 2. Взаимосвязь Экологической и Градостроительной доктрин

Принципы и задачи Экологической доктрины, служащие основаниями для Градостроительной доктрины	Принципы и задачи Градостроительной доктрины для реализации Экологической доктрины
1. Общие положения: — учет глобальных и региональных особенностей взаимодействия человека и природы	Включить в число оснований Градостроительной доктрины для реализации Экологической доктрины
2. Стратегическая цель, задачи и принципы государственной политики в области экологии: — обеспечение рационального природопользования; — обеспечение благоприятного состояния окружающей среды как необходимого условия улучшения качества жизни и здоровья населения	Включить в число требований к разработке градостроительной документации всех уровней
3. Основные направления государственной политики: — снижение загрязнения окружающей среды; — обеспечение качества воды; — сокращение удельного водопотребления; — переход к экологически безопасному общественному транспорту; — развитие экологически безопасных технологий строительства нового жилья	Ликвидация и модернизация вредных производств. Реконструкция водоснабжения городов. Внедрение оборотного водоснабжения на производствах. Внедрение электротранспорта в городах. Задача для комплекса строительных наук
— создание и развитие особо охраняемых природных территорий формирования природно-заповедного фонда России	Разработать Генеральную схему особо охраняемых природных территорий Российской Федерации
4. Приоритетные направления деятельности по обеспечению экологической безопасности: — проведение реконструкции населенных пунктов и промышленных зон в целях создания благоприятной среды обитания; — поэтапное переселение населения из зон экологического бедствия, не поддающихся реабилитации	Требование к разработке градостроительной документации: — генеральных планов городов и агломераций; — схем территориального планирования регионов
5. Пути и средства реализации государственной политики в области экологии: — устранение противоречий между природоохранным законодательством и нормами иных отраслей права; — внедрение природно-ландшафтного, в том числе бассейнового принципа управления природными комплексами; — концентрация производств, в том числе создаваемых на уже трансформированных землях и в районах с развитой инфраструктурой	Внесение изменений в Градостроительный кодекс на основе задач доктринального права. Разработка бассейновых схем защиты окружающей среды как доктринальных проектов. Сохранение и реконструкция производственных площадок III экономического уклада в планировке городов как мест приложения труда

- разработка и реализация мер по снижению и предотвращению экологического ущерба от деятельности Вооруженных сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований, в том числе при пусках ракет любого вида;
- обеспечение экологической безопасности при разоружении, в том числе уничтожении ракет и ракетного топлива, запасов и производства химического оружия, а также решение проблем старого химического оружия;
- разработка мер по предупреждению и ликвидации экологических последствий вооруженных конфликтов. Из всех приоритетных направлений только последнее сохраняет свою актуальность, причем оно значительно расширилось и охватывает уже градостроительную деятельность в вопросах восстановления разрушенных территорий в приграничных регионах.

По сути, ряд этих «приоритетных направлений» носят антигосударственный характер, подрывая основы его безопасности и суверенитета. Последующее развитие истории показало ошибочность такого подхода к экологии. Хотя эти направления деятельности не имеют прямого отношения к градостроительной деятельности, мы приводим их здесь как пример включения в доктрину мало продуманных и основанных на иллюзорных представлениях задачах. В ранних проектах Градостроительной

доктрины такими мало продуманными направлениями было «устойчивое развитие» городов и «достройка каркаса расселения» без возможности территориального роста городов, удерживаемых только в интенсивной фазе развития, а также требование обеспечения «самофинансирования муниципалитетов» как обеспечение этого «устойчивого развития» [10].

Тем не менее Экологическая доктрина содержит ряд принципов и направлений деятельности в сфере экологии, которые должны быть учтены при формировании градостроительной документации как доктринального, так и нижележащих уровней, включая муниципальный (Таблица 2).

Военная доктрина Российской Федерации содержит принципы военной политики по сдерживанию и предотвращению военных конфликтов, защите территориальной целостности страны. Любые военные конфликты неизбежно затрагивают системы расселения и их элементы — города и населенные пункты, которые являются сосредоточием промышленных и энергетических производств, логистическими и транспортными узлами, центрами управления военного и гражданского характера. Особенно высокую опасность имеют системы расселения приграничных регионов и приграничной зоны государственной границы. Сегодня, после самороспуска СССР, 46 регионов, бывших ранее глубинными терри-

Таблица 3. Взаимосвязь Военной и Градостроительной доктрин

Принципы и задачи Военной доктрины, служащие основаниями для Градостроительной доктрины	Принципы и задачи Градостроительной доктрины для реализации положений Военной доктрины
21. Основные задачи Российской Федерации по сдерживанию и предотвращению военных конфликтов: е) объединение усилий государства, общества и личности по защите Российской Федерации	Разработка Национальной системы расселения Российской Федерации с учетом требований обороны и защиты территории страны
32. Основные задачи военных сил других войск и органов в мирное время: а) защита суверенитета территориальной целостности Российской Федерации и неприкосновенности ее территорий; п) подготовка к проведению мероприятий по территориальной обороне и гражданской обороне; у) обеспечение национальных интересов Российской Федерации в Арктике	Совершенствование систем расселения приграничных регионов Российской Федерации с учетом влияния фактора границы. Разработка единой системы рокадной транспортной сети вдоль границ Российской Федерации. Разработка комплексной схемы планировочных градостроительных мер по территориальной и гражданской обороне. Разработка комплексной схемы территориального планирования Арктической зоны
42. Основные задачи мобилизационной подготовки: а) обеспечение устойчивого государственного управления в военное время;	Создание мобильного фонда градостроительной документации и топографо-геодезической информации для обеспечения действий государственных и муниципальных органов в военное время и в условиях эвакуации во временные пункты управления
в) обеспечение потребности военных сил, других войск и органов, других потребностей государства и нужд населения в военное время	Предусмотреть в генеральных планах населенных пунктов размещение продовольственных баз и баз ЖКХ для ликвидации аварий на коммунальных сетях
д) поддержание промышленного потенциала Российской Федерации на уровне, достаточном для удовлетворения потребностей государства и нужд населения в военное время	Отказаться от концепции перевода земель промышленности в иные категории, обеспечить при разработке генеральных планов резервы территорий промышленного назначения

ториями СССР, оказались приграничными. Они составляют треть всей системы расселения страны. Новейшая история показала необходимость преобразования их систем расселения. Другая задача — создать безопасную и защищенную планировочную систему приграничных населенных пунктов. Специальные требования защиты приграничной территории должны учитываться в принципах Градостроительной доктрины. Базовые принципы взаимодействия Военной и Градостроительной доктрины приведены в Таблице 3.

Учет в Градостроительной доктрине положений Военной доктрины потребует проведения большого комплекса научно-исследовательских работ градостроительной наукой совместно с военной.

Заключение

Государственные доктрины Российской Федерации составляют единую систему, так как сферы их действия пересекаются, что обеспечивает комплексное развитие страны. Анализ взаимодействия принципов государственных доктрин показывает, что их положения, цели и задачи должны находить конкретные решения в Градостроительной доктрине. Градостроительная доктрина не является изолированным документом, рассматривающим только задачи развития доктринальной градостроительной деятельности, но является составной частью доктринального уровня государственных управляющих документов, чьи положения и задачи должны учитываться в существенных основаниях Градостроительной доктрины и реализовываться в объектах системы расселения национального уровня.

Список использованной литературы

[1] Бен Сума М. М. Морская доктрина Российской Федерации и реализация ее положений с целью ответа на актуальные вызовы, стоящие перед ней // Океанский менеджмент. — 2024. — № 1 (24). — С. 2–9.

- [2] Есаулов Г. В. Градостроительная доктрина Российской Федерации / Рос. акад. арх. и строит. наук. — М.: Экон-информ, 2014. — 30 с.
- [3] Есаулов Г. В. Градостроительная доктрина Российской Федерации: в поисках оснований // Градостроительный комплекс Москвы. — 12 марта. — 2013: [сайт] — URL: https://stroi.mos.ru/builder_science/gradostroitelnaya-doktrina-rossiiskoi-federacii-v-poiskah-osnovanii?from=cl (дата обращения: 14.05.2025).
- [4] Лазарева И. В., Лебединская Г. А., Мельникова Г. Л. Доктрина — организующая идея: предложения по содержанию Градостроительной доктрины Российской Федерации // Academia. Архитектура и строительство. — 2014. — № 3. — С. 83–87.
- [5] Лебединская Г. А. Некоторые вопросы общего подхода к законодательному обеспечению организации территории Российской Федерации // Academia. Архитектура и строительство. — 2012. — № 3. — С. 70–74.
- [6] Лебединская Г. А., Лазарева И. В., Мельникова Г. Л. О предмете градостроительной науки и ее месте в системе государственного стратегического планирования // Academia. Архитектура и строительство. — 2013. — № 3. — С. 72–77.
- [7] Любовный В. Я. О путях разработки градостроительной доктрины // Academia. Архитектура и строительство. — 2012. — № 4. — С. 68–72.
- [8] Мазаев Г. В., Мазаев А. Г. Градостроительная доктрина Российской Федерации. — Екатеринбург: УралНИИПроект, 2014. — 18 с.
- [9] Мазаев Г. В. Роль Градостроительной доктрины в градостроительной деятельности // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. — 2024. — № 2 (61). — С. 10–14: [сайт] — URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2024/06/02_av2-2024_61.pdf (дата обращения: 14.05.2025).

- [10] Мазаев Г.В. Опыт разработки Градостроительной доктрины Российской Федерации: критический анализ // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2024. — № 4 (63). — С. 10–15: [сайт] — URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2024/12/02_04-2024_63.pdf (дата обращения: 14.05.2025).
- [11] Пряхина Т.М. Конституционная доктрина современной России: дис. д-ра юрид. наук. — Саратов, 2024. — 510 с.
- [12] Смоляр И.М. Градостроительная доктрина Российской Федерации / Рос. akad. арх. и строит. наук. — М.: Экон-информ, 2014. — 30 с.

References

- [1] Ben Suma M.M. Morskaya doktrina Rossijskoj Federacii i realizaciya ee polozhenij s cel'yu otveta na aktual'nye vyzovy, stoyashchie pered nej // Okeanskij menedzhment. — 2024. — № 1 (24). — S. 2–9.
- [2] Esaulov G. V. Gradostroitel'naya doktrina Rossijskoj Federacii / Ros. akad. arh. i stroit. nauk. — M.: Ekoninform, 2014. — 30 s.
- [3] Esaulov G. V. Gradostroitel'naya doktrina Rossijskoj Federacii: v poiskah osnovanij // Gradostroitel'nyj kompleks Moskvyy. — 12 marta. — 2013: [sajt] — URL: <https://stroj.mos.ru/builder-science/gradostroitelnaya-doktrina-rossiiskoi-federacii-v-poiskah-osnovanii?from=cl> (data obrashcheniya: 14.05.2025).
- [4] Lazareva I. V., Lebedinskaya G. A., Mel'nikova G. L. Doktrina — organizuyushchaya ideya: predlozheniya po sodержaniyu Gradostroitel'noj doktriny Rossijskoj Federacii // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. — 2014. — № 3. — S. 83–87.
- [5] Lebedinskaya G. A. Nekotorye voprosy obshchego podhoda k zakonodatel'nomu obespecheniyu organizacii territorii Rossijskoj Federacii // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. — 2012. — № 3. — S. 70–74.
- [6] Lebedinskaya G. A., Lazareva I. V., Mel'nikova G. L. O predmete gradostroitel'noj nauki i ee meste v sisteme gosudarstvennogo strategicheskogo planirovaniya // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. — 2013. — № 3. — S. 72–77.
- [7] Lyubovnyj V. Ya. O putyah razrabotki gradostroitel'noj doktriny // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. — 2012. — № 4. — S. 68–72.
- [8] Mazaev G. V., Mazaev A. G. Gradostroitel'naya doktrina Rossijskoj Federacii. — Ekaterinburg: UralNIIProekt, 2014. — 18 s.
- [9] Mazaev G. V. Rol' Gradostroitel'noj doktriny v gradostroitel'noj deyatel'nosti // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2024. — № 2 (61). — S. 10–14: [sajt] — URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2024/06/02_av2-2024_61.pdf (data obrashcheniya: 14.05.2025).
- [10] Mazaev G. V. Opyt razrabotki Gradostroitel'noj doktriny Rossijskoj Federacii: kriticheskij analiz // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2024. — № 4 (63). — S. 10–15: [sajt] — URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2024/12/02_04-2024_63.pdf (data obrashcheniya: 14.05.2025).
- [11] Pryahina T. M. Konstitucionnaya doktrina sovremennoj Rossii: dis. d-ra jurid. nauk. — Saratov, 2024. — 510 s.
- [12] Smolyar I. M. Gradostroitel'naya doktrina Rossijskoj Federacii / Ros. akad. arh. i stroit. nauk. — M.: Ekoninform, 2014. — 30 s.

Статья поступила в редакцию 14.05.2025.
Опубликована 30.06.2025.

Мазаев Григорий Васильевич

кандидат архитектуры, профессор, академик РААСН, главный научный сотрудник, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: uro-raasn@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3353-7552

Mazaev Gregory V.

Candidate of Architecture, Professor, Academician of RAACS, Chief researcher, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProjekt, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: uro-raasn@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3353-7552

Пространственное развитие Екатеринбурга: использование в градопланировке потенциала городского острова тепла¹

В русле идеологии развития Екатеринбурга как «умного» города в статье рассмотрены проблемы его пространственного расширения и высотной застройки с учетом потенциала городского острова тепла. Для этого на основе урбанизационной метрической системы (Urban Metric System — UMS) и двухфакторной модели тяготения населения к местам работы исследован статус современного Екатеринбурга в иерархии поселений UMS. Оценены масштабы его увеличения с ростом численности населения для градопланировки с учетом эффекта городского острова тепла. Показано, что таким условиям отвечает модель компактного города с высотной застройкой, подчиняющейся распределению Гаусса.

Ключевые слова: Екатеринбург, пространственное и высотное развитие, модельное градопланирование, эффект городского острова тепла.

Litovskiy V. V.

Spatial development of Yekaterinburg: use of the urban heat island potential in urban planning

The article discusses the problems of spatial and high-altitude development of Yekaterinburg as a «smart city» using the potential of the urban heat island. For this purpose, on the basis of the Urban Metric System (UMS) and a two-factor model of the selective attraction of the population to places of work, the status of modern Yekaterinburg in the UMS hierarchy of world cities and the prospects for increasing its size and population for urban planning, taking into account the effect of the «urban heat island», were investigated. It is shown that the most adequate is a compact model of a city with high-rise buildings that obey the Gaussian distribution.

Keywords: Yekaterinburg city, spatial and high-altitude development, Model urban planning, urban heat island effect.



**Литовский
Владимир
Васильевич**

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник сектора размещения производительных сил и территориального планирования, Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: vlitovskiy1@yandex.ru

Впервые феномен городского острова тепла обнаружен в начале XIX в. английским метеорологом-любителем Люком Говардом (Luke Howard) [13] при изучении синхронных температурных измерений в разных местах Лондона и сравнении их с температурой воздуха в окрестностях. Оказалось, что в любое время года температура воздуха в городе была несколько выше, чем в его окрестностях. С тех пор аналогичные результаты получены и для ряда крупных городов мира, что подтвердило неслучайность явления, его более заметное проявление с ростом численности населения в городе. В XX в. в книге «Климат Лондона» (1965 г.) [11] английский климатолог Тони Чендлер (T. Chandler) ввел специальный термин «городской остров тепла», который закрепился в научных исследованиях.

В прикладном аспекте проблема использования так называемого городского острова тепла или зоны в городе, где температура выше загородной из-за городской инфраструктуры, обозначилась с развитием мегаполисов в 1960-е гг. Американский специалист по проблемам окружающей среды Леонард О. Майруп (L. O. Murrup)

в 1969 г. разработал приемлемую модель для количественных оценок явления [14]. К 2020-м гг. модели оценки «городских островов тепла» стали более комплексными и совершенными. В них учтено влияние нагрева зданий и асфальта, воздуха из-за его застоя в высотной застройке, тепло от промышленных и автомобильных выбросов и тепловых эффектов кондиционеров, создающих локальный парниковый эффект, что в итоге создало основу для пространственно-временного описания городского острова тепла с учетом локальных деталей и сезонных особенностей [15]. Благодаря этому возникли предпосылки для их учета в градопланировочной и градостроительной практике, в частности, перспектива проектирования «умных» городов [5].

Это повлекло интерес к проблеме и в России, в частности, в Екатеринбурге [2–4], который в XX в. претендовал на статус регионального центра Большой Свердловск [1], а ныне на статус мегаполиса Большой Екатеринбург² [10]. Должного внимания к выгодам использования городского острова тепла при градопланировке и градостроении пока не проявлено.

¹ Статья подготовлена в соответствии с планом НИР Института экономики УрО РАН на 2025 г.: тема № 0327-2024-0004.

² Проект организационно-правовой схемы создания Большого Екатеринбурга: [сайт] — URL: https://zemlya96.ru/stati/bolshoi_ekaterinburg/ (дата обращения: 12.04.2025).

Для использования в градостроительных целях потенциала городского острова тепла и преобразования города в «умный» мегаполис нужно обратить внимание на оптимизацию размерного городского фактора и унифицированную типологию городов, которая в градостроительных документах не всегда используется корректно, что приводит к серьезным разночтениям и неверным масштабам планировки. Так, проникшие даже в научные публикации представления о Екатеринбурге как о мегаполисе в реальности не соответствуют этому, если пользоваться качественными критериями мегаполиса, под которым понимается не неопределенно огромный город, на территории которого сливаются несколько городов³, а две или более смыкающиеся городские агломерации, т. е. объединения как минимум двух крупных городов, вместе включающих от 10 и более миллионов человек [12]. По количественным размерным критериям урбанизационной метрической системы (Urban Metric System) — UMS Екатеринбург не является мегаполисом (Таблица 1) [16]. Это в лучшем случае — развивающийся агломерационный центр, т. е. центральное поселение с совокупностью более мелкоранговых окрестных поселений.

Иерархия урбосистем в UMS строится, исходя из модельных представлений, в которых для каждого уровня задаются условно приемлемые и неприемлемые для работы населения расстояния, как в «своем» районе города, так и в соседних, а также некие условные границы городских районов, их центры и доминантные «ядра». В последующем, по мере застройки города жилыми и производственными зданиями, расстояния до мест работы жителей меняются, а с ними — и зоны тяготения, деформирующие исходные контуры и размеры районов в соответствии с приемлемыми и неприемлемыми местами работы. В итоге это может вести к переподчинению той или иной локации района к соседнему или новому городскому району. Если при планировке на будущее следовать ранжированию городов UMS, это необходимо учитывать исходно.

Как видно из Таблицы 1, в модели UMS исходное идеальное расстояние до работы в поселении ранга микрорайона-квартала или четверти района закладывается в 1,25 км, что с учетом средней скорости ходьбы человека 5 км/ч предполагает временные затраты в 15 минут. В последующем с каж-

Таблица 1. Классификация городских территорий в городской метрической системе (UMS) [16]

Уровень №	Городской район	Расстояние, на котором сила притяжения = силе отталкивания, км	Значение β , км
-2	Микрорайон 1 (квартал)	$10 \times 2^{-3} = 1,25$	1,625
-1	Микрорайон 2 (микрорайон)	$10 \times 2^{-2} = 2,5$	2,25
0	Район	$10 \times 2^{-1} = 5$	3,5
1	Центральный город	$10 \times 2^0 = 10$	6
2	Агломерация	$10 \times 2^1 = 20$	11
3	Метрополис	$10 \times 2^2 = 40$	21
4	Патрополис	$10 \times 2^3 = 80$	41
5	Мегаполис	$10 \times 2^4 = 160$	81
6	Городская система	$10 \times 2^5 = 320$	161
7	Городская макросистема	$10 \times 2^6 = 640$	321

Примечание. В первой колонке в соответствии с [16] приведены уровни городской метрической системы, состоящей из трех нижних уровней и десяти верхних уровней, начиная от центрального города (уровень 1) и заканчивая мировыми системами (уровень 10). К нижним (с отрицательной и нулевой нумерацией) в оригинале отнесены сектор, район и округ, соотносимые с подсистемами наших внутригородских районов — кварталом, микрорайоном и районом (частью города — городским округом).

дым следующим этапом роста городской системы в UMS закладывается кратное удвоение расстояния в сравнении с предыдущим, что обеспечивает достижение рабочей локации при движении пешком за полчаса, час, 2 часа и т. д. Скрытым эволюционным фактором увеличения расстояния до работы для следующей городской генерации жителей является удвоение численности населения города в сравнении с предшествующей генерацией. При таком условии прирост числа рабочих $N(t)$ за время t к их исходному числу $N(0)$ описывается формулой: $N(t) = N(0) \times 2^{t/T}$, где T — время удвоения численности населения или возраст поколения удвоения, что в принципе позволяет увязывать рост поселения с числом его жителей.

При выявлении наиболее притягательных для работы и проживания мест считается, что в каждой точке пространства урбанизированной среды на жителя городского района действуют силы притяжения, которые побуждают его перебираться как можно ближе к привлекательным для него местам-аттракторам, например, при прочих равных условиях, — к месту работы, минимизирующему транспортные издержки. С другой стороны, от избранного места на жителя города могут действовать и силы отталкивания, которые заставляют его удаляться от него, например, из центра города, вследствие меньшей стоимости жилья на окраине города или из-за меньшей плотности населения там и отсутствия пробок. В итоге допустимая приемлемость мест работы в каждой точке города

определяется совокупностью притягивающих и отталкивающих сил. Их оптимизации соответствуют точки баланса спроса и предложения, а сами зоны притяжения в модели UMS определяются полями векторов, соответствующих разностям сил по всему урбанизированному пространству с преобладанием в них по величине сил притяжения. В идеале, если все рабочие места сосредоточены в центре города, а места проживания равномерно распределены на одинаковом удалении от них, то векторное поле будет представлять собой круг с векторами, направленными к его центру, т. е. по кратчайшим расстояниям вдоль радиусов, проложенных от мест проживания.

При появлении рабочих мест в новых локациях или вблизи границ своего и соседнего района их притягательность также определяется векторными полями разностей сил притяжения и отталкивания, которые задаются выражениями $A = 1/(1 + d)$ и $R = 1/(\beta + d/2)$, соответственно, а их новая точка равновесия, определяющая приоритет выбора, находится из их баланса: $(A - R) = 0$ [16]. В этих выражениях d — расстояние от места проживания жителя до рабочего места в пределах своего микрорайона, β — расстояние от центра района с допущением захода в соседний на 1 км. На деле этот параметр означает, что притяжение к чужому микрорайону тем больше, а заход глубже, чем ближе к нему житель находится в соседнем районе с учетом появления там дополнительных рабочих мест. Для городской территории

³ Мегаполис: [сайт] — URL: <https://ecolog.academic.ru/639/МЕГАПОЛИС> (дата обращения: 12.04.2025).

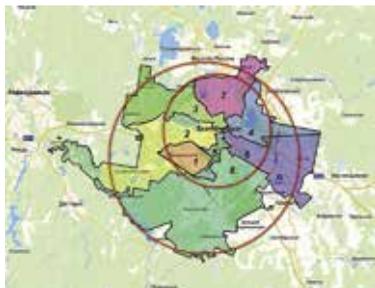


Иллюстрация 1. Внутригородские районы (нумерация в Таблице 2) Екатеринбурга с подчиненными населенными пунктами, входящие в круг с осредненным диаметром 25 км, и районы муниципального образования Екатеринбург с подчиненными ему населенными пунктами (круг с осредненным диаметром 40 км). Источник: https://ekb.ginfo.ru/raioni/c_окружностями, построенными автором

того или иного ранга β легко находится из условия $A = R$. Откуда для микрорайона с приемлемым расстоянием в 2,5 км до работы $\beta = 1 + d/2 = 2,25$ км. Для района размером 5 км $\beta = 3,5$ км, а для центрального города в форме круга с радиусом 5 км $\beta = 6$ км. Для агломерации диаметром 20 км $\beta = 11$ км. Из этих примеров видно, что чем выше иерархия городской районной структуры, тем уже становится ее буферная зона. При развитии городских систем с учетом конкретного распределения рабочих мест и мест проживания работающих жителей векторные поля приобретают сложный вид и с течением времени могут заметно меняться, характеризую городские «поветрия» в распределении рабочих мест. За достаточно длительный период это позволяет выявлять и создавать наиболее комфортные для проживания и работы зоны и ядра районов в городе. В частности, внутри правильно сформированных районов результирующие векторы будут ориентированы к центру, а за пределами границы — от центра. В первом случае в городской среде это будет указывать на преобладание стабилизирующих «центростремительных сил» (район притягателен), во втором — «центробежных» или дестабилизирующих его (городской район становится неприятательным). Соответственно, во избежание негативных процессов в городских районах для своевременного принятия адекватных градостроительных решений анализ таких карт должен быть в фокусе муниципальных властей.

Для центрального города, к категории которого как областной центр относится и Екатеринбург, подбор параметров UMS обусловлен доступ-

ностью рабочего места, исходя из допустимых временных затрат до места работы в 2 часа, что при движении пешком ($5 \text{ км/ч} \times 2 \text{ ч}$) предопределяет предельно приемлемый размер города в 10 км. Особенно это очевидно, если учесть 8-часовой рабочий день и дополнительные два часа на возвращение. При необходимости работать на максимальном удалении от дома это доводит временные затраты до 12 ч. Для минимизации таких издержек в урбанизированной среде необходимо заблаговременное планирование транспорта и транспортной инфраструктуры, обеспечивающих «сжатие» центрального города, агломерации или мегаполиса до «шаговой доступности» района или микрорайона (Таблица 1). Иначе говоря, внутригородские перемещения за час для центрального города с использованием транспорта должны осуществляться со скоростью не менее 10 км/ч, для агломерации — 20 км/ч, а для мегаполиса — 160 км/ч. Для Екатеринбурга, где на перспективу до 2030 г. ныне заложено увеличение средней скорости движения общественного транспорта с 13 до 19 км/ч⁴, это означает, что при последней планировке город рассматривался в лучшем случае как агломерация, но не мегаполис.

Действительно, как следует из планов городского районирования и развития с городскими районами и подчиненными им населенными пунктами⁵, осредненный диаметр внутригородских районов Екатеринбурга закладывался примерно в 25 км, а для муниципального образования с учетом подчиненных ему населенных пунктов — в 40 км (Иллюстрация 1). Формально по размерам с подчиненными населенными пунктами в иерархии UMS заявку города можно рассматривать как претензию на статус метрополиса, т. е. на главный региональный центр (от греч. *metrópolis* — главный город), а идею формирования Большого Екатеринбурга и вовсе — как заявку на столицу или патрополис, т. е. ключевой город Отечества (от греч. *Пάτρα* и *polis* — отеческий город или петрополис — имперский город). Такие города предполагают численность населения от 2,5 и 5 млн жителей до 10 млн человек, что для Екатеринбурга вместе с областью в 4,2 млн человек, как са-

моразвивающейся системы, пока мало реалистично (Таблица 2).

В адаптированной к закономерностям Екатеринбурга авторской модели пульсирующего развития города [7] рост численности населения увязывается с расширением городской территории самосогласованным образом, а именно, на основе сохранения неизменной плотности населения. Моделирование пространственного развития города в ней исходило из трансформации квадрата, по площади совпадавшего с исходной крепостью-законом, в окружность, описываемую вокруг него. Далее вокруг окружности описывался новый квадрат, и процедура повторялась. При известной площади исходного города и численности его жителей это позволяло рассчитывать плотность населения и, по мере увеличения модельной площади города, рассчитывать прирост населения, сопоставляя на очередной итерации с реальными показателями [8]. В итоге в 16-й генерации жителей города расчетное число трудоспособного населения достигло 800 тыс. человек. В реальности из-за миграционных потоков на 2016 г. оно составило около 900 тыс. человек. Для следующей генерации численность работающего населения оценивалась уже в 1,025 млн чел., а для 21-й — в 4,1 млн чел. Отсюда следует, что при численности населения в Екатеринбурге на 2024 г. в 1,536 млн человек и в Свердловской области в 4,220 млн человек на ближайшую перспективу такой прирост можно обеспечить лишь за счет экстраординарной внешней миграции.

Теоретическое достижение численности населения Екатеринбурга свыше 10 млн возможно лишь на 24-й генерации его жителей, что при самом благополучном сценарии и среднем времени удвоения генерации в 25 лет возможно лишь через 200 лет. По размерам город в форме квадрата для 8,2 млн взрослых жителей достигнет 32 км, а для следующей за ним в модели окружности, вмещающей 12,9 млн жителей, — 64 км в диаметре. Таким образом, закладывать в градостроительные планы на перспективу до 2045 г. проекты мегаполиса пока преждевременно. Более продуктивно, исходя из принципов экологической комфортности населения, учета рельефа и микроклимата города [9], сосредоточиться на формировании энергоэффективного компактного города с наиболее рациональными подходами к высотному проектированию городской застройки. Одним из таких факторов энергосбережения

4 Стратегия пространственного развития Екатеринбурга на период до 2030 г. 2017 г. 36 с.: [сайт] — URL: <https://ekaterinburg.pf/file/05cb08432aba985ef0f3331bf8f94f6d> (дата обращения: 12.04.2025).

5 Районы Екатеринбурга на карте: [сайт] — URL: <https://ekb.ginfo.ru/raioni/> (дата обращения: 12.04.2025).

Таблица 2. Площади и численность населения внутригородских районов и подчиненных населенных пунктов муниципального образования Екатеринбург

Наименование внутригородского района (микрорайоны)	Площадь, км ² / Население, тыс. чел. (плотность)	Подчиненные населенные пункты	Площадь, км ² / Население, тыс. чел.
1 — <i>Академический район</i> 6 мкр: Европейский, УНЦ, Широкая Речка, Лиственный	45,4/125 (2751)	Мичуринский Московский	0,985/8,4 0,426/0,7
2 — <i>Верх-Исетский район</i> (мкр: Визовский, Заречный, Волгоградский)	219,79/241 (1098)	Карасьезерский Медный Палкинский Торфяник Чусовское озеро	— 1,593/0,35 0,624/0,10 1,481/0,68
3 — <i>Железнодорожный район</i> (6 городских микрорайонов): Вокзальный, Завокзальный, Звездочка, Новая Сортировка, Старая Сортировка, Семь Ключей	125,4/159 (1265)	Палкино Северка Шувакиш	1,1/0,65 2,817/3,50 0,971/1,06
4 — <i>Кировский район</i> (6 мкр): Пионерский, Втузгородок, Комсомольский, Изоплит, Калиновский, Шарташский	86,25/221 (2567)	Калиновский Шарташский Изоплит	0,54/ — 17,05/ — 5,99/ —
5 — <i>Ленинский район</i> (3 мкр): Центральный, Юго-Западный	22,19/222 (9919)	Совхозный	2,833/7,1
6 — <i>Октябрьский район</i> 12 мкр: Сибирский, Парковый, Восточный, Синие Камни, Восточный Берег, Кольцово, Новокольцовский, Птицефабрика, Малый Исток, Семь Ключей	158,2/152 (959)	Исток	6,775/6,4
7 — <i>Орджоникидзевский район</i> (2 городских мкр): Уралмаш, Эльмаш	98,9/264 (2667)	Ягодный Березит Садовый	0,2/0,09 0,73/0,10 1,961/3,4
8 — <i>Чкаловский район</i> (15 мкр): Вторчермет, Ботанический, Уктусский, Елизавет, Нижнеисетский, Химмаш, Приисковский, Рудный, Южный	388,7/286 (736)	Верхнемакарово Горный Щит Зеленый Бор Полеводство Сысерть Шабровский Широкая Речка	0,736/0,14 7,323/5,7 0,260/0,16 0,986/0,92 0,620/0,74 3,927/4,25 0,770/0,32

Источник: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Административно-территориальное_деление_Екатеринбурга

для создания по-настоящему «умного», компактного города и следовало бы рассматривать «городской остров тепла».

Для количественных оценок его потенциала в самом простом варианте можно использовать модельный город на идеальной плоской дневной поверхности в форме круга с концентрически симметрично расположенной вокруг его центра застройкой, снижающейся по высотности к периферии. Пространственное распределение температуры в нем достаточно корректно может быть описано трехмерной колоколообразной функцией распределения Гаусса (Иллюстрация 2). Для упрощенных оценок $T(x)$ вдоль одной из пространственных осей, например, x , по мере удаления от центра, принятого за начало координат ($x = 0; y = 0$) с температурой $T(0)$, из-за симметрии достаточно пользоваться одномерным распределением Гаусса:

$$T(x) = \frac{T(0)}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

В этой формуле μ — среднее значение удаления от центра города пика кривой (при совпадении $\mu = 0$), $\pi \approx 3,14$, $e \approx 2,72$ — основание натурального логарифма, а σ — так на-

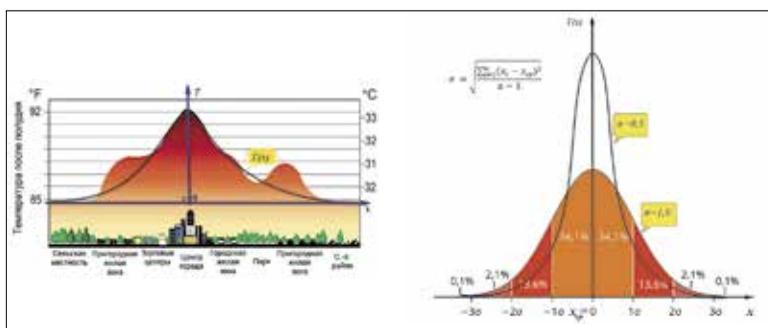


Иллюстрация 2. Реальный городской остров тепла (слева)⁶.

Источник: <http://www.livestreets.ru/2020/07/yekaterinburg-gorod-ischezayushih-ulichnyh-derevyev/> с авторским наложением функции распределения Гаусса и описывающая его распределение температуры «колоколообразная» функция распределения Гаусса (справа). Источник: авторская иллюстрация функции распределения Гаусса с различными стандартными отклонениями σ температуры $T(x)$ от центра города вдоль оси x

зываемое стандартное отклонение по всему набору расстояний до центра, которое характеризует степень значимых случайных изменений температуры по мере удаления от центра (Иллюстрация 2). Важность σ состоит в том, что оно определяет расстояние от центра, на котором изменения температуры, обусловленные «островом тепла», играют роль. Практически все значения городского острова тепла (99,7%) лежат в интервале 3σ , 95% — в интервале 2σ и 68% — 1σ .

Температурные отклонения в профиле городского острова тепла чаще всего обусловлены его высотной периферийной застройкой.

Соответственно, чем больше зданий попадут в зону городского острова тепла, тем меньше требуется в «умном» городе энергозатрат на их теплообеспечение. Это важно

⁶ Злоказов В. Екатеринбург — город исчезающих уличных деревьев: [сайт] — URL: <http://www.livestreets.ru/2020/07/yekaterinburg-gorod-ischezayushih-ulichnyh-derevyev/> (дата обращения: 12.04.2025)

при наличии должных перепадов температур в городском центре и на его периферии, а также для адекватной политики городской высотной застройки.

Прежде чем показать это на примере Екатеринбурга, отметим важность для оценки эффектов городского острова тепла географического местонахождения городов, их климатических характеристик, размеров, внутригородской планировки, наконец, преобладающих в них строительных материалов. Это связано с тем, что темные поверхности асфальта или бетона поглощают заметно больше солнечного тепла, чем пригородные и сельские дороги без покрытий. Особенно, если к этому прибавляется и «эффект городского каньона», обусловленный поглощением солнечного света в высотной застройке при многократных его отражениях от стен с блокированием ветра. Тепловой нагрев городской среды дополнительно усиливает тепло от автомобилей и кондиционеров, промышленных предприятий, котелов и т. п. Это приводит к заметной разнице температуры городской и сельской местности, особенно в ночное время. В итоге среднегодовая температура воздуха в городах с населением в 1 млн человек на 1–3 °C выше, чем в его пригородах, а в южных городах вечером такая разница может достигать до 12 °C. Дополнительное влияние на «городской остров тепла» оказывает рельеф городской поверхности, специфика землепользования, распределение населения, дорожная инфраструктура, транспорт. Так, на открытой поверхности при подъеме на 100 м температура воздуха падает примерно на 0,6 °C, но с «эффектом городского каньона» падение температуры существенно снижается, и влияние острова тепла распространяется и на многоэтажную застройку.

В планировочных решениях с учетом такого фактора следует принимать во внимание и пространственную структуру городской среды с высокой плотностью застройки, и среднюю высоту зданий, и коэффициент застройки (отношение площади застройки к общей площади района), и объемную плотность застройки (отношение объема застройки в районе к ее объему в районе с самой высокой застройкой).

Исследования по многолетним измерениям характеристик городского острова тепла [2; 4] в Екатеринбурге выявили следующее. Долговременные температурные изменения ΔT среднегодовых значений городского острова тепла с 1950-х по 2020 гг. коррелированы с ростом численности населения ΔN . При возрастании численности населения с 650 тыс. до 1,35 млн человек ΔT увеличилось с 0,3 до 0,8 °C. В последующем это значение почти не менялось, в среднем составляя 0,8 °C. С одной стороны, такое явление было связано с приостановкой на некоторое время роста населения города, а с другой стороны, с его преимущественным размещением в 2010-х гг. в новых окраинных районах города. При более равномерном и центрированном размещении жилой застройки и населения эффект прироста температуры можно ожидать в 0,07 °C на каждые 100 тыс. человек, что следует из данных, приведенных выше: $\Delta T/\Delta N = (0,8 - 0,3)/(13,5 - 6,5) = 0,07 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ тыс. чел.}$ Выявлено также, что среднемесячные значения превышения температуры в годовом цикле, вызванные «городским островом тепла», в Екатеринбурге варьируются от 0,6 до 1,1 °C, а их максимумы наблюдаются в феврале – марте и июне – августе. Таким образом, в среднемесячной статистике максимумы до 1 °C температуры городского острова тепла в годовом цикле приходятся на отопительный период февраля – марта, а в летний период – на неотапливаемый период.

В суточном цикле во все сезоны «городской остров тепла» характеризуется U-образной кривой ΔT с послепо-

луденным максимумом до 0,8 °C и максимальным проявлением эффекта после захода солнца, достигающим 2,4 °C в мае – июле. В осенне-зимний период и в начале весны суточная амплитуда его проявления несколько спадает из-за общего сглаживания суточных температурных колебаний. Сходные закономерности в проявлениях суточного эффекта городского острова тепла наблюдаются и в других крупных городах мира. Особенно отчетливо ночью максимум летом в ясную погоду.

Наряду с температурными эффектами надземного острова тепла Екатеринбурга в работах [4] изучался его потенциал в подземной среде по температурам пород в скважинах на разных глубинах. Установлено, что зоны распространения техногенного воздействия с повышением подземной температуры также находятся в центральной части Екатеринбурга. Территориально зональность подземного острова тепла города в основном оказалась совпадающей с зональностью острова тепла приземного воздуха. Максимальные значения зафиксированы в плотно застроенном историческом центре, а наиболее высокие значения температурного поля – в подземной зоне самих зданий и вблизи них. Под зданиями и рядом с ними на глубине 10 м относительно фоновых значений среднегодовой температуры эффект острова тепла ΔT достигал 7 °C, а на глубине в 50 м – 3,5 °C. На открытых городских территориях вдали от зданий аномалии в скважинах были умеренными, как и фоновые, расположенных на окраинах города и в лесопарковых зонах.

Для использования эффекта тепловой шапки города высотную застройку следовало бы в соответствии с предложенной моделью концентрировать в центральной части города. Причем по высотности было бы целесообразно руководствоваться не только экологическими предписаниями по сглаживанию воздействия перепадов давления на население в городе, обусловленного его рельефом [9], но и соображениями оптимального использования эффекта «теплого острова города», пользуясь предписаниями распределения Гаусса.

Чтобы воспользоваться этим для Екатеринбурга, используем статистические данные сервиса «Дом. МинЖКХ»⁷ о жилом фонде Екатеринбурга на настоящее время, а также данные о численности населения в 1 536 183 жителя на 2024 г. На 7 808 домов города с 732 026 квартирами приходится общая площадь в 46 130 734 м², что дает среднюю площадь квартиры в 63 м², а в пересчете на одного жителя – 30 м².

Соответственно, если «тепловая шапка» по закону Гаусса будет охватывать 68,2% города с условно равномерным распределением жилой застройки ($\sigma = 1$), то в зону со среднегодовым превышением температуры в 0,8 °C попадет 499 242 квартиры или округленно 500 тыс. квартир со средней площадью 30 м². За 8 месяцев отопительного сезона в городе при месячном тарифе за тепловую энергию в 2 500 руб./Гкал и теплопотреблении в 0,75 Гкал для такой квартиры, затраты составят 15 000 руб. Откуда получаем потенциал экономии годовых затрат на теплообеспечение горожан в 7,5 млрд руб. Укажем, что энергии в 1 Гкал соответствует энергия нагрева на 1 °C 1 000 тонн воды. В свою очередь, использование эффекта острова тепла с $\Delta T = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ избавляет городские ТЭЦ от потребности дополнительного нагрева на один градус 375 млн м³ воды или квадратного резервуара со стороны в 19,4 км и глубиной в 1 м. При потребности нагрева воды на 100 °C в квадратном

7 Жилой фонд в Екатеринбурге: [сайт] – URL: <https://dom.mingkh.ru/sverdlovskaya-oblast/ekaterinburg/> (дата обращения: 10.04.2025).

резервуаре той же глубины его размер сократится до 1,9 км, но и это огромная площадь, сопоставимая с площадью городских прудов.

В центре города высокая плотность населения характерна лишь для Ленинского района — 9919 чел./км² (Таблица 2). В других районах она заметно отличается и в большей мере обусловлена периферией. Так, следующий по плотности (2751 чел./км²) Академический район не примыкает к центру, а в Орджоникидзевском районе (2667 чел./км²) с Эльмашем и Уралмашем, в Кировском районе (2567 чел./км²) со «спальным» Комсомольским микрорайоном жилой фонд сконцентрирован преимущественно на периферии. Еще большую неоднородность в размещении населения имеют инфраструктурно насыщенный Железнодорожный район (1265 чел./км²) и старопромышленный Верх-Исетский район (1098 чел./км²) с прудом и неудобными для застройки торфянистыми территориями. Наконец, есть еще насыщенный инфраструктурой Октябрьский район (959 чел./км²) и включающий пойму Исети с прудами и Уктусскими горами Чкаловский район (736 чел./км²). Все это с учетом тяготения высотной жилой застройки к периферии позволяет для оценок к центру отнести лишь четверть от общего жилого фонда (183 тыс. квартир). В таком случае эффектом теплового острова окажется не охвачено 316,2 тыс. квартир, на отоплении которых можно было бы ежегодно экономить свыше 4,7 млрд руб. В расчет при этом не приняты офисные и производственные помещения.

Заключение

Для того, чтобы Екатеринбургу ориентироваться не на формальное доведение размеров города до размеров мегаполиса или амбициозные задачи — стать третьей столицей [10], следовало бы в большей мере ориентироваться на умные, экономичные и экологичные пространственно-планировочные решения, сохраняющие его компактность, доступность, уральскую идентичность с сохранением прудов и плотин города-завода, дополнением их функций рекреацией для горожан. Для этого городу вполне достаточно той территории, которую он занимает ныне [9]. Чтобы она использовалась умно, а именно: была максимально доступной, производственно достаточной, функционально рациональной, экономичной и экологичной — в пространственных планах города должна сохраняться идея компактности города, его самосохранительного роста с ростом населения, высокой степени симметризации городской застройки и дорожной инфраструктуры. Для этого во избежание проблем с рельефом и одноуровневыми перекрестками наиболее естественными и экономичными представляются не подземные, а надземные варианты размещения инфраструктуры. Но не в тяжелом исполнении с мощными бетонными эстакадами, а в изящном и многообещающем варианте размещения струнно-рельсовой инфраструктуры первого, второго, третьего уровня, поднятой над землей, по скоростным характеристикам и комфорту отвечающей приведенным выше критериям пригородного, внутригородского и межрегионального обслуживания.

Для максимального использования эффекта «острова городского тепла» высотная застройка в городе также должна как можно симметричнее распределяться вокруг центра и понижать свою этажность в соответствии с «колоколообразным» распределением Гаусса (Иллюстрация 2). Для сохранения уже существующей инфраструктуры и зданий задачу симметризации городской дорожной сети целесообразнее всего было бы осуществлять дополнением ее инновационной высокосимметричной струнно-рельсовой инфраструктурой, приподнятой над землей на разные

уровни [9]. Наконец, максимальную городскую этажность для наибольшего экологического комфорта жителей следовало бы рассчитывать, исходя из условия непревышения максимального в городе высотного перепада рельефа [9].

С такой идеологией Екатеринбург по-настоящему может стать «умным» и привлекательным городом, сохранить все свои достоинства и высокую моду градостроения. Это поспособствует и его амбициозным устремлениям.

Список использованной литературы

- [1] Букин В. П., Пискунов В. А. Свердловск: перспективы развития до 2000 года. — Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1982. — 255 с.
- [2] Горностаева А. А., Демежко Д. Ю., Хацкевич Б. Д. Временная изменчивость городского острова тепла Екатеринбурга // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия: Науки о Земле. — 2023. — Т. 43. — С. 3–18. — URL: <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.43.3> (дата обращения: 10.04.2025).
- [3] Горностаева А. А., Факаева Н. Р., Демежко Д. Ю., Хацкевич Б. Д. Основные характеристики и особенности формирования городского острова тепла Екатеринбурга // Материалы I Белорусского географического конгресса, Минск, 8–13 апреля 2024 г. — Минск: БГУ, 2024. — С. 66–70: [сайт] — URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/312699/1/66-70.pdf> (дата обращения: 10.04.2025).
- [4] Демежко Д. Ю., Горностаева А. А., Хацкевич Б. Д. и др. Подземный городской остров тепла Екатеринбурга // Литосфера. — 2024. — Т. 24. — № 3. — С. 566–581. — URL: <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-3-566-581> (дата обращения: 10.04.2025).
- [5] Кукарских В. В., Дэви Н. М., Бубнов М. О. и др. Городской остров тепла г. Екатеринбурга: есть ли влияние на радиальный прирост сосны обыкновенной? // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология. — 2022. — Т. 15 (2). — С. 264–278: [сайт] — URL: https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/147500/08_Kukarskih.pdf;jsessionid=C4C70625D3C5DC0618C43D5A39022B0B?sequence=1 (дата обращения: 10.04.2025).
- [6] Лаврикова Ю. Г., Акбердина В. В. Технологии проектирования пространственного развития индустриального мегаполиса // J. of New Economy. — 2019. — Т. 20 (2). — С. 85–99. — URL: <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2019-20-2-5> (дата обращения: 10.04.2025).
- [7] Литовский В. В. Моделирование численности населения и роста населенных пунктов при освоении территорий // Демографические процессы на постсоветском пространстве: сб. материалов VI Урал. демограф. форума с междунар. участием. — Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2015. — С. 71–79: [сайт] — URL: <https://www.bsu.by/upload/pdf/767813.pdf> (дата обращения: 10.04.2025).
- [8] Литовский В. В. Пространственное развитие Большого Екатеринбурга и его лимитирующие факторы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2020. — № 1. — С. 16–19. — URL: <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2020.44.1.003> (дата обращения: 10.04.2025).
- [9] Литовский В. В. Пространственное развитие Большого Екатеринбурга и его лимитирующие факторы по высотности // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2019. — № 3 (46). — С. 17–21. — URL: <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2020.46.3.003> (дата обращения: 10.04.2025).
- [10] Смирнов А. Большой Екатеринбург. Как стать третьей столицей России? // Аргументы и факты. — 2022. — Октябрь. — 26. — № 43: [сайт] — URL:

- https://ural.aif.ru/society/bolshoy_ekaterinburg_kak_stat_tretye_stolicey_rossii (дата обращения: 10.04.2025).
- [11] Chandler T.J. The Climate of London. — London: Hutchinson, 1965. — 282 p.
- [12] Gottmann J. Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States. — New York: The Twentieth Century Fund, 1961. — 810 p.
- [13] Howard L. The Climate of London: Deduced from Meteorological Observations, Made at Different Places in the Neighbourhood of the Metropolis, T. 1. — London: Published by W. Phillips, George Yard, 1818. — 376 p.
- [14] Myrup L.O. Numeral Model of the Urban Heat Island // J. of Applied Meteorology. — 1969. — Vol. 8. — № 6. — P. 908–918. — URL: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1969\)008<0908:ANMOTU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1969)008<0908:ANMOTU>2.0.CO;2) (дата обращения: 10.04.2025).
- [15] Shi Y., Katzschner L., Edward Ng. Modeling the fine-scale spatiotemporal pattern of urban heat island effect using land use regression approach in a megacity // Science of the Total Environment. — 2018. — Vol. 618. — № 3. — P. 891–904. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.252> (дата обращения: 10.04.2025).
- [16] Tellier L.-N., Quesnel F., Bur J. Estimating urban sprawl standards by means of the Urban Metric System // Regional Science Policy & Practice. — 2024. — Vol. 16. — Iss. 11. — P. 1–20. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.rspp.2024.100131> (дата обращения: 10.04.2025).
- References**
- [1] Bukin V.P., Piskunov V.A. Sverdlovsk: perspektivy razvitiya do 2000 goda. — Sverdlovsk: Sred.-Ural. kn. izd-vo, 1982. — 255 s.
- [2] Gornostaeva A. A., Demezhko D. Yu., Hackevich B. D. Vremennaya izmenchivost' gorodskogo ostrova tepla Ekaterinburga // Izv. Irkut. gos. un-ta. Seriya: Nauki o Zemle. — 2023. — T. 43. — S. 3–18. — URL: <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2023.43.3> (дата обращения: 10.04.2025).
- [3] Gornostaeva A. A., Fakaeva N. R., Demezhko D. Yu., Hackevich B. D. Osnovnye harakteristiki i osobennosti formirovaniya gorodskogo ostrova tepla Ekaterinburga // Materialy I Belorusskogo geograficheskogo kongressa, Minsk, 8–13 aprelya 2024 g. — Minsk: BGU, 2024. — S. 66–70: [sajt] — URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/312699/1/66-70.pdf> (дата обращения: 10.04.2025).
- [4] Demezhko D. Yu., Gornostaeva A. A., Hackevich B. D. i dr. Podzemnyj gorodskoj ostrov tepla Ekaterinburga // Litosfera. — 2024. — T. 24. — № 3. — S. 566–581. — URL: <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-3-566-581> (дата обращения: 10.04.2025).
- [5] Kukarskih V. V., Devi N. M., Bubnov M. O. i dr. Gorodskoj ostrov tepla g. Ekaterinburga: est' li vliyanie na radial'nyj prirost sosny obyknovnoy? // Zhurn. Sib. feder. un-ta. Biologiya. — 2022. — T. 15 (2). — S. 264–278: [sajt] — URL: https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/147500/08_Kukarskih.pdf;jsessionid=C4C70625D3C5DC0618C43D5A39022B0B?sequence=1 (дата обращения: 10.04.2025).
- [6] Lavrikova Yu.G., Akberdina V.V. Tekhnologii proektirovaniya prostranstvennogo razvitiya industrial'nogo megapolisa // J. of New Economy. — 2019. — T. 20 (2). — S. 85–99. — URL: <https://doi.org/10.29141/2073-1019-2019-20-2-5> (дата обращения: 10.04.2025).
- [7] Litovskij V.V. Modelirovanie chislennosti naseleniya i rosta naselennykh punktov pri osvoenii territorij // Demograficheskie processy na postsovetском prostranstve: sb. materialov VI Ural. demogr. foruma s mezhdunar. uchastiem. — Ekaterinburg: In-t ekonomiki UrO RAN, 2015. — S. 71–79: [sajt] — URL: <https://www.bsu.by/upload/pdf/767813.pdf> (дата обращения: 10.04.2025).
- [8] Litovskij V.V. Prostranstvennoe razvitie Bol'shogo Ekaterinburga i ego limitiruyushchie factory // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. — 2020. — № 1. — S. 16–19. — URL: <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2020.44.1.003> (дата обращения: 10.04.2025).
- [9] Litovskij V.V. Prostranstvennoe razvitie Bol'shogo Ekaterinburga i ego limitiruyushchie factory po vysotnosti // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. — 2019. — № 3 (46). — S. 17–21. — URL: <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2020.46.3.003> (дата обращения: 10.04.2025).
- [10] Smirnov A. Bol'shoj Ekaterinburg. Kak stat' tret'ej stolicej Rossii? // Argumenty i fakty. — 2022. — Otktyabr'. — 26. — № 43: [sajt] — URL: https://ural.aif.ru/society/bolshoy_ekaterinburg_kak_stat_tretye_stolicey_rossii (дата обращения: 10.04.2025).
- [11] Chandler T.J. The Climate of London. — London: Hutchinson, 1965. — 282 p.
- [12] Gottmann J. Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States. — New York: The Twentieth Century Fund, 1961. — 810 p.
- [13] Howard L. The Climate of London: Deduced from Meteorological Observations, Made at Different Places in the Neighbourhood of the Metropolis, T. 1. — London: Published by W. Phillips, George Yard, 1818. — 376 p.
- [14] Myrup L.O. Numeral Model of the Urban Heat Island // J. of Applied Meteorology. — 1969. — Vol. 8. — № 6. — P. 908–918. — URL: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1969\)008<0908:ANMOTU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1969)008<0908:ANMOTU>2.0.CO;2) (дата обращения: 10.04.2025).
- [15] Shi Y., Katzschner L., Edward Ng. Modeling the fine-scale spatiotemporal pattern of urban heat island effect using land use regression approach in a megacity // Science of the Total Environment. — 2018. — Vol. 618. — № 3. — P. 891–904. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.252> (дата обращения: 10.04.2025).
- [16] Tellier L.-N., Quesnel F., Bur J. Estimating urban sprawl standards by means of the Urban Metric System // Regional Science Policy & Practice. — 2024. — Vol. 16. — Iss. 11. — P. 1–20. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.rspp.2024.100131> (дата обращения: 10.04.2025).

Статья поступила в редакцию 11.04.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Литовский Владимир Васильевич

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник сектора размещения производительных сил и территориального планирования, Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: vlitovskiy1@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-4241-7846

Litovskiy Vladimir V.

Dr. Sci. (Geograph.), Leading Researcher of sector of productive forces and spatial planning, Institute of Economics UB RAS, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: vlitovskiy1@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-4241-7846

МАЗАЕВ А. Г.

«Коэффициент полицентричности» городских агломераций как существенный показатель характера их развития¹

В статье на примере агломерации Донбасса — крупнейшей отечественной полицентрической агломерации — обосновывается специальный показатель: «коэффициент полицентричности», характеризующий особенности градостроительного развития полицентрических агломераций. Его введение дает возможность отразить характер развития городских агломераций в исторической динамике, в том числе таких, у которых существенно изменяется мера их полицентричности. На основании собранных данных выявлена структура городов Донбасса по признаку этой меры. Рассмотрен вопрос использования этого показателя для повышения пространственной устойчивости городских полицентрических агломераций.

Ключевые слова: городская полицентрическая агломерация, «коэффициент полицентричности», кольцевая структура расселения, ранжирование городов.

Mazaev A. G.

«Polycentricity coefficient» of urban agglomerations as an essential indicator of their development character

Using the example of the agglomeration of Donbass, the largest polycentric agglomeration in Russia, the article substantiates and examines a special indicator: the «polycentricity coefficient», which characterizes the features of urban development of polycentric agglomerations. Its introduction makes it possible to reflect the nature of the development of urban agglomerations in historical dynamics, including those where the measure of their polycentricity significantly changes. Based on the collected data, the structure of Donbass cities based on this measure has been identified. The issue of using this indicator to increase the spatial stability of urban polycentric agglomerations is considered.

Keywords: urban polycentric agglomeration, «polycentricity coefficient», ring structure of settlement, ranking of cities.



**Мазаев
Антон
Григорьевич**

кандидат архитектуры,
академик РААСН,
зав. лабораторией,
филиал ФГБУ
«ЦНИИП Минстроя России»
УралНИИпроект,
Екатеринбург, Российская
Федерация
e-mail: uro-raasn@mail.ru

Целью статьи является анализ меры полицентричности городских агломераций как ключевого показателя, который в наибольшей степени характеризует их структурные особенности. Сделать это предлагается на примере агломерации Донбасса — самой развитой полицентрической городской агломерации в Российской Федерации. Рассматривая особенности полицентрических агломераций в России и за рубежом, мы обнаружили важную особенность — условная степень полицентричности агломерации, по-видимому, не представляет собой константы. Она динамически меняется со временем, и, вероятно, следует ввести специальный показатель «коэффициент полицентричности» для того, чтобы можно было количественно характеризовать состояние таких агломераций.

Вопрос формализации градостроительных показателей давно занимает умы исследователей. Развитию полицентрических агломераций уделял внимание Г. М. Лаппо [2], один из круп-

нейших исследователей городских агломераций в советский период, который ввел и обосновал показатель сложности агломерации. Ф. М. Листенгурт разрабатывал методы программного управления развитием агломераций [3]. В постсоветский период большую исследовательскую работу по развитию современных полицентрических агломераций провел Г. А. Малоян [6]. Л. Агни рассмотрел проблему кризисного развития агломерации Кузбасса в современных условиях².

Что касается правила Зипфа, то в научном сообществе распространено убеждение в его универсальности для анализа распределения населения городов в агломерациях. Исследователи, занимающиеся эмпирическими исследованиями городов, часто применяют этот закон как базовый инструмент для изучения городских систем. Ф. Ауэрбах первым обратил внимание на соответствие между распределением городов по их численности и распределением «ранг — размер» (1913) [9]. В дальнейшем эта концепция развита Х. Зингером и Д. Зипфом (1936) [10], имя которого она и получила. Вычисленное значение показателя, известного

¹ Работа выполнена по плану ФНИ РААСН и Минстроя России на 2025 год в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2025–2030 годы).

² Агни Л. О стратегии развития Новокузнецкой агломерации. URL: <https://proza.ru/2014/02/> (дата обращения: 11.10.2024).

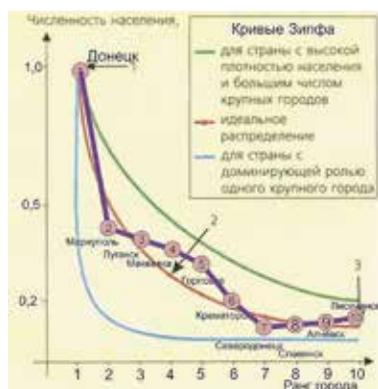


Иллюстрация 1. Фиолетовая линия показывает реальное ранжирование 10 крупнейших городов агломерации Донбасса. Красная линия показывает ранжирование, соответствующее правилу Зипфа, синяя — ранжирование, характерное для моноцентрической агломерации с доминирующим центром, зеленая — характерное для полицентрической агломерации. Рисунок А. Г. Мазаева

как коэффициент Зипфа, отражает степень иерархичности городской системы. Соответствие правилу Зипфа наблюдается, когда этот показатель приближается к единице, т. е. своему нормативному значению. Он помогает выявить иерархию городов, и, когда он равен единице, правило Зипфа работает наиболее адекватно. Роль и значение правила Зипфа в современном градостроительстве рассмотрено С. Н. Растворцевой и И. В. Манаевой [8]. Р. В. Дмитриев показал его роль в современных градостроительных процессах [1].

Моноцентрическая агломерация представляет собой в структурном отношении значительно более простое образование, чем агломерация полицентрическая. Такая структурная сложность формализована через коэффициент сложности городской агломерации, выработанный Г. М. Лаппо (1977). При этом полицентрическая агломерация Донбасса по сложности оказалась на втором месте в СССР [5]. Стало возможным провести изучение и ранжирование основных агломераций бывшего СССР по признаку сложности. В итоге получен большой размах показателя — от коэффициента 1,05 для Одессы до 582,33 для Москвы. Эта разница показывает, насколько слабо связана мера сложности агломерации с численностью населения городов, входящих в нее. Численность населения Одессы в это время достигла 1 млн жителей, а Москва имела приблизительно 8 млн жителей.

Сложность агломерации и ее полицентрический характер не являются синонимами. Самая сложная агломе-

рация в России — Московская агломерация, для которой свойственно резкое преобладание ее центрального города. Поэтому методика, на основе которой можно формализовать меру полицентричности городской агломерации, должна быть особой.

Различие между моноцентрической и полицентрической агломерациями в свете правила Зипфа

Ранее мы неоднократно обращались к вопросу о степени влияния правила Зипфа на развитие систем расселения, включая российские [4]. Правило устанавливает довольно жесткую зависимость между рангом города в системе расселения и его численностью населения. Закон Зипфа заключается в том, что «если крупные города ранжировать по убыванию численности их населения, то отношение численности двух городов будет обратно пропорционально отношению их рангов (правило «ранг — размер» или «степенной закон»):

$$P = \frac{K}{R^q},$$

или

$$P = KR^q,$$

или $\log P = \log K - q \log R$, где q — коэффициент Зипфа, когда показатель q равен единице ($q = 1$), распределение размера города соответствует закону Зипфа; K — константа; P — численность населения города; R — ранг города» [8, 937].

Сама структура полицентрической агломерации говорит о том, что в ней указанное правило должно нарушаться. Сущность ее организации состоит в том, что население различных городов, входящих в ее состав, распределено более равномерно, чем в моноцентрической агломерации. Без этого существенного признака понятие полицентричности становится неопределенным. Поэтому мы считаем, что отклонение ранжирования городов от нормативного, предсказанного правилом Зипфа, станет существенной характеристикой, которая может отражать меру полицентричности городской агломерации.

Последовательное убывание величины города возможно при выстраивании всех городов агломерации, ориентируясь на единственный центр. Уже наличие в составе агломерации хотя бы двух приблизительно равных по численности центров существенно меняет распределение, предсказанное указанным правилом. Ведь правило Зипфа состоит в том, что расчет нормативной численности привязан

к крупнейшему городу данной агломерации, и от этого центра производятся все дальнейшие расчеты. В результате график ранжирования городов согласно правилу Зипфа для полицентрических агломераций будет существенно отличаться от нормативного ранжирования, свойственного моноцентрическим агломерациям (Иллюстрация 1). Его будет отличать гораздо более пологая форма, потому что не будет соблюдаться главная закономерность указанного правила — не будет наблюдаться четкое соответствие между рангом города и численностью его населения.

Для любого периода можно построить ранжирование городов агломерации Донбасса по численности их населения, а затем провести ее сравнение с предсказанными величинами такой численности в соответствии с правилом Зипфа. Такое сравнение можно провести как для каждого города, так и между суммарной численностью населения городов данной агломерации — фактической и предсказанной указанным правилом.

Сбор данных относительно численности населения городов показал, что после двадцатого города по этому ранжированию величина отклонения от правила Зипфа становится незначительной. Поэтому для каждого переписного периода нами построены сводные таблицы, отражающие ранжирование 20 крупнейших городов Донбасса и сравнение каждого города с предсказанной численностью. Следует отметить, что в указанные относительные периоды города неоднократно меняли свои места в рамках этого ранжирования. Поэтому для 1939 г., 1959 г. и 1970 г. нами построены различные по порядку ранжирования городов Донбасса таблицы (соответственно, Таблицы 1–3). Для 1989 г., 2002 г. и 2010 г. построена сводная Таблица 4, в которой отражено ранжирование крупнейших городов, которое не менялось в течение этого периода.

В результате сравнения реальной численности населения городов агломерации и численности населения, предсказанной правилом Зипфа, были выявлены города, которые отклоняются от этого правила, а также выявлена относительная величина этого отклонения для каждого города и для всей агломерации. В случае совпадения фактической и предсказанной численности величина отклонения равна 1. В случае, если фактическая численность населения города выше предсказанной данным правилом, то величина отклонения будет больше 1, в противоположном

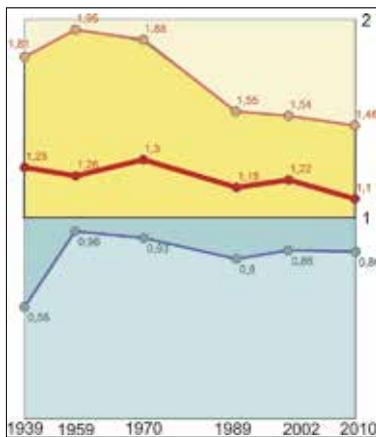


Иллюстрация 2. Динамика коэффициента «полицентричности» агломерации Донбасса. Красная линия показывает среднее значение показателя, синяя — минимальное значение среди всех городов агломерации, розовая — максимальное значение среди всех городов агломерации.
Рисунок А. Г. Мазаева

случае — менее 1. Если «показатель полицентричности» меньше 1, это означает, что перед нами агломерация с доминирующим центральным городом, который своим влиянием значительно затормозил развитие остальных ее городов. Рост показателя в промежутке от 1 до 2 говорит о нарастании степени полицентричности данной агломерации, причем предельно возможным значением является величина 1,99. При таком значении второй центр по ранжированию город — центр агломерации становится почти равен первому.

По результатам проведенных расчетов построен график исторической динамики «коэффициента полицентричности» для 20 крупнейших городов Донбасса для периода 1939–2010 гг. (Иллюстрация 2). В нем показана средняя величина коэффициента для всей агломерации, а также предельные его верхние и нижние значения, какие приобретают ее отдельные города. Как видно из графика, в течение всего рассматриваемого периода агломерация Донбасса сохраняла свой полицентрический характер — среднее значение указанного коэффициента всегда превышало 1. При этом имеется тенденция к постепенному уменьшению этого характера: среднее значение «коэффициента полицентричности» с некоторыми колебаниями, но в целом снижается, за весь рассматриваемый период оно уменьшилось с 1,28 до 1,1 условных единиц.

Такая тенденция, если она будет продолжена, может привести к утрате полицентрического характера агломерации Донбасса в перспективе нескольких десятилетий. За 2002–

Таблица 1. Распределение населения городов агломерации Донбасса на предмет соответствия правилу Зипфа по состоянию на 1939 г.

№	Наименование города	Год основания	Фактическая численность населения города на 1939 г.	Численность населения, предсказанная правилом Зипфа	Величина отклонения от предсказанного правилом Зипфа значения
1	Донецк	1869	466,268	466	1
4	Макеевка	1690	241,897	233	1,03
2	Мариуполь	1600	221,529	155	1,42
3	Луганск	1795	211,68	116	1,81
14	Стаханов	1814	143,92	95	1,5
5	Горловка	1779	109,308	77	1,41
13	Константиновка	1870	95,807	66	1,43
6	Краматорск	1868	94,114	58	1,62
11	Енакиево	1898	88,566	51	1,72
8	Славянск	1676	77,842	46	1,67
12	Красный Луч	1895	59,27	42	1,55
9	Алчевск	1932	54,4	38	1,44
20	Торез (Чистяково)	1778	49,451	35	1,4
16	Свердловск	1938	37,08	33	1,12
17	Дружковка	1781	31,781	29	1,06
15	Покровск (Красноармейск)	1884	29,617	27	1,09
10	Лисичанск	1786	26,18	26	1
18	Рубежное	1896	21,93	25	0,87
7	Северодонецк	1934	15	24	0,62
19	Харьцызск	1869	13,622	23	0,56
	Суммарное значение		2089,262	1665	1,28

Примечание. Оранжевым цветом выделен центральный город агломерации Донецк. Синим цветом даны показатели численности населения и «коэффициента полицентричности» ниже среднего по агломерации. Оттенками желтого показаны эти же данные выше среднего уровня.

2010 гг. сокращение показателя было наиболее интенсивным. Предельная достигнутая величина рассматриваемого коэффициента для отдельных городов Донбасса также значительно сократилась — с 1,95 до 1,48 условных единиц. Исходя из этих данных, наиболее полицентрический характер агломерации имела в 1959–1979 гг., с того времени она его постепенно утрачивала.

Сводные данные по «коэффициенту полицентричности» для отдельных городов Донбасса представлены в Таблице 5. Благодаря ей становится возможным выявить распределение городов агломерации в отношении того, как они воздействуют на ее полицентрический характер — усиливают его либо, наоборот, сокращают. Всего нами была выявлена группа из восьми городов, усиливающих этот характер, их собственный высокий «коэффициент полицентричности» превышает среднее значение по агломерации: Луганск, Макеевка, Горловка, Енакиево, Красный Луч, Константиновка, Стаханов и Свердловск. Выявлено два города, которые активно снижали полицентрический характер агломерации, — это Мариуполь и Северодонецк. Их «коэффициент полицентрич-

ности» имел значение ниже 1 всегда либо большую часть времени. Остальные 10 городов из 20, изученных нами, на протяжении всего рассматриваемого периода имели умеренно полицентрический характер.

Наивысшее значение «коэффициента полицентричности» и в моменте, и на длительном отрезке времени имел Луганск. Его значение, равное 1,95, достигнутое в 1959 г., свидетельствует о том, что он стал на определенное время практически равным по численности населения центральному городу, вторым равным ему центром. Такое явление, когда полицентрический характер агломерации опирается на два практически равных центральных города, можно считать признаком зрелой полицентричности.

Необычную роль в агломерации Донбасса играет его третий центр — г. Мариуполь. В отличие от первых двух центров он имел постоянно снижающийся «коэффициент полицентричности», который в итоге дошел до величины 0,93, т. е. стал, скорее, «коэффициентом моноцентричности». Численность населения Мариуполя хронически была ниже предсказанной правилом Зипфа. Его роль в полицентрической агломерации Донбасса мож-

Таблица 2. Распределение населения городов агломерации Донбасса на предмет соответствия правилу Зипфа по состоянию на 1959 г.

№	Наименование города	Год основания	Фактическая численность населения города на 1959 г.	Численность населения, предсказанная правилом Зипфа	Величина отклонения от предсказанного правилом Зипфа значения
1	Донецк	1869	704,821	704	1
2	Макеевка	1690	357,575	352	1,01
3	Горловка	1779	292,616	234	1,24
4	Мариуполь	1600	283,57	176	1,6
5	Луганск	1795	274,52	140	1,95
6	Стаханов	1814	180,2	117	1,53
7	Краматорск	1868	115,385	100	1,15
8	Алчевск	1932	97,4	88	1,1
9	Красный Луч	1895	93,76	78	1,19
10	Енакиево	1898	92,306	70	1,31
11	Торез (Чистяково)	1778	91,549	64	1,42
12	Константиновка	1870	88,723	58	1,51
13	Славянск	1676	82,784	54	1,51
14	Северодонецк	1934	65	50	1,3
15	Свердловск	1938	62,15	46	1,34
16	Покровск (Красноармейск)	1884	47,974	42	1,14
17	Дружковка	1781	43,124	39	1,1
18	Лисичанск	1786	37,87	38	1
19	Рубежное	1896	35,1	36	0,99
20	Харьцызск	1869	33,641	35	0,96
Суммарное значение			3080,068	2521	1,22

Примечание. Оранжевым цветом выделен центральный город агломерации Донецк. Синим цветом даны показатели численности населения и «коэффициента полицентричности» ниже среднего по агломерации. Оттенками желтого показаны эти же данные выше среднего уровня.

Таблица 3. Распределение населения городов агломерации Донбасса на предмет соответствия правилу Зипфа по состоянию на 1970 г.

№	Наименование города	Год основания	Фактическая численность населения города на 1970 г.	Численность населения, предсказанная правилом Зипфа	Величина отклонения от предсказанного правилом Зипфа значения
1	Донецк	1869	892	892	1
2	Мариуполь	1600	416,927	446	0,93
4	Макеевка	1690	392,25	223	1,75
3	Луганск	1795	382,77	297	1,28
5	Горловка	1779	335,064	178	1,88
6	Краматорск	1868	149,832	148	1,01
7	Стаханов	1814	137,13	127	1,07
8	Славянск	1676	124,183	111	1,11
9	Алчевск	1932	122,12	99	1,23
10	Лисичанск	1786	117,75	89	1,31
11	Константиновка	1870	105,446	81	1,29
12	Красный Луч	1895	102,63	74	1,37
13	Северодонецк	1934	100	68	1,47
14	Торез (Чистяково)	1778	92,897	63	1,46
15	Енакиево	1898	92,131	55	1,67
16	Свердловск	1938	68,3	52	1,3
17	Рубежное	1896	58,34	49	1,18
18	Покровск (Красноармейск)	1884	55,044	46	1,19
19	Дружковка	1781	53,338	45	1,17
20	Харьцызск	1869	51,076	44	1,15
Суммарное значение			3849,228	3187	1,2

Примечание. Оранжевым цветом выделен центральный город агломерации Донецк. Синим цветом даны показатели численности населения и «коэффициента полицентричности» ниже среднего по агломерации. Оттенками желтого показаны эти же данные выше среднего уровня.

но характеризовать как третий центр, но с нетипичной для центрального города динамикой развития. Такой своего рода «отрицательный центр» не был случайным явлением хотя бы потому, что существует в таком качестве длительное время, начиная с 1970 г.

Еще одна существенная черта, которую удалось выявить благодаря введению «коэффициента полицентричности», это то, что выделена группа городов с высоким значением этого коэффициента, которые длительное время выполняют функцию опорных центров для такой агломерации полицентрического характера. Если эти опорные центры снизят свой «коэффициент полицентричности», то возможно его быстрое снижение для всей агломерации, вплоть до полной потери ею полицентрического характера. Агломерация превратится в таком случае в моноцентрическую с характерными для нее закономерностями развития. Для сохранения полицентрического характера необходима поддержка развития этих нескольких опорных центров (Иллюстрация 3). Ранее нами были выявлены кольцевые пространственные структуры, которые образуются городами агломерации Донбасса [5]. Из этой иллюстрации мы видим, что города – опорные центры полицентрического развития также в основных чертах располагаются внутри этих кольцевых структур. Такое их расположение говорит о том, что потенциал полицентрического развития рассредоточен по большой территории региона, а не скончен на небольших локальных участках. Это говорит о том, что, несмотря на снижение «коэффициента полицентричности», стратегию полицентрического развития можно продолжать и далее, она сохранила свою жизнеспособность. Причем делать это можно, опираясь на выявленные центры, а также на многочисленные малые и средние города Донбасса, некоторые могут стать новыми центрами полицентрического развития в будущем.

Заключение

Продланное исследование имеет своей целью раскрыть структуру и динамику развития полицентрической агломерации, причем сделать это на основе правила Зипфа, ставшего одним из базовых для градостроительной теории. Полицентрическое развитие является своего рода отрицанием этого правила, его базовой закономерности «ранг – размер города». Но мы рассматриваем такое развитие как частный случай правила Зипфа, который требует своего отдельного исследования. Распределение «ранг –

Таблица 4. Распределение населения городов агломерации Донбасса на предмет соответствия правилу Зипфа по состоянию на три переписных периода 1989, 2002 и 2010 гг.

№	Наименование города	Год основания	1989			2002			2010		
1	Донецк	1869	1 109,1	1 109	1	1 009,06	1 009,06	1	968,25	968,25	1
2	Мариуполь	1600	518,933	554	0,93	487,522	504	0,96	469,336	494	0,94
3	Луганск	1795	496,4	369	1,34	459,32	336	1,36	434,86	322	1,34
4	Макеевка	1690	430,201	277	1,55	389,589	252	1,54	360,989	242	1,48
5	Горловка	1779	338,106	221	1,52	292,25	201	1,45	263,647	193	1,36
6	Краматорск	1868	198,094	184	1,07	178,677	168	1,05	167,85	161	1,03
7	Северодонецк	1934	135	168	0,8	125	144	0,86	120	138	0,86
8	Славянск	1676	130	138	0,94	123,693	112	1,09	119,482	121	0,98
9	Алчевск	1932	125	123	1,01	119,19	100	1,19	109,77	107	1,01
10	Лисичанск	1786	126,5	110	1,14	115,22	91	1,26	103,45	96	1,07
11	Енакиево	1898	120,332	100	1,2	103,997	84	1,22	87,243	88	0,98
12	Красный Луч	1895	113,27	92	1,22	94,87	77	1,22	81,16	80	1,01
13	Константиновка	1870	107,562	85	1,25	95,111	72	1,31	80,416	74	1,08
14	Стаханов	1814	112,02	79	1,41	90,15	67	1,34	75,92	69	1,08
15	Покровск (Красноармейск)	1884	72,859	69	1,04	69,154	63	1,09	65,773	64	1,01
16	Свердловск	1938	82,8	65	1,26	72,53	59	1,22	64,22	60	1,06
17	Дружковка	1781	73,723	61	1,19	64,557	56	1,14	61,002	56	1,08
18	Рубежное	1896	74,07	58	1,27	65,32	53	1,22	60,41	53	1,13
19	Харцызск	1869	67,916	55	1,21	64,175	50	1,28	60,326	50	1,2
20	Торез (Чистяково)	1778	88,049	73	1,2	72,346	49	1,46	60,032	48	1,25
	Среднее значение		4519,935	3990	1,17	4091,731	3547,06	1,22	3814,136	3484,25	1,1

Примечание. Оранжевым цветом выделен центральный город агломерации Донецк. Синим цветом даны показатели численности населения и «коэффициента полицентричности» ниже среднего по агломерации. Оттенками желтого показаны эти же данные выше среднего уровня.

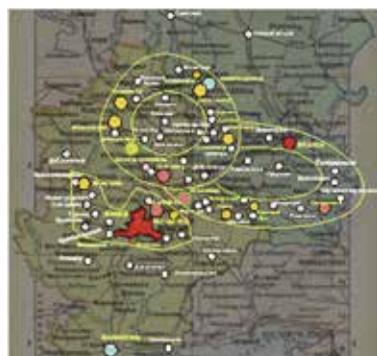


Иллюстрация 3. Пространственное распределение городов агломерации Донбасса. Красным цветом выделен центральный город Донецк и города с высоким «коэффициентом полицентричности». Желтым цветом выделены города со средним коэффициентом. Синим цветом показаны города с этим коэффициентом ниже единицы. Белым цветом показаны малые города агломерации, не включенные в ранжирование. Рисунок А. Г. Мазаева

размер» может подчиняться другим более сложным закономерностям, в соответствии с которыми могут формироваться устойчивые и развитые городские агломерации. Введение «коэффициента полицентричности», созданного на базе расширения понимания правила Зипфа, представляется теоретически плодотворным и эффективным при анализе состояния городских агломераций.

Таблица 5. Значение «коэффициента полицентричности» городов агломерации Донбасса. Указана относительная величина отклонения от значения, предсказанного правилом Зипфа, в определенные годы и среднее значение (СЗ) относительной величины отклонения от значения, предсказанного правилом Зипфа

№	Наименование города	1939	1959	1970	1989	2002	2010	СЗ
1	Донецк	1	1	1	1	1	1	1
2	Мариуполь	1,42	1,6	0,93	0,93	0,96	0,94	1,03
3	Луганск	1,81	1,95	1,28	1,34	1,36	1,34	1,5
4	Макеевка	1,03	1,01	1,75	1,55	1,54	1,48	1,4
5	Горловка	1,41	1,24	1,88	1,52	1,45	1,36	1,47
6	Краматорск	1,62	1,15	1,01	1,07	1,05	1,03	1,15
7	Северодонецк	0,62	1,3	1,47	0,8	0,86	0,86	0,98
8	Славянск	1,67	1,51	1,11	0,94	1,09	0,98	1,21
9	Алчевск	1,44	1,1	1,23	1,01	1,19	1,01	1,16
10	Лисичанск	1	1	1,31	1,14	1,26	1,07	1,13
11	Енакиево	1,72	1,31	1,67	1,2	1,22	0,98	1,35
12	Красный Луч	1,55	1,19	1,37	1,22	1,22	1,01	1,26
13	Константиновка	1,43	1,51	1,29	1,25	1,31	1,08	1,31
14	Стаханов	1,5	1,53	1,07	1,41	1,34	1,08	1,32
15	Покровск (Красноармейск)	1,09	1,14	1,19	1,04	1,09	1,01	1,09
16	Свердловск	1,12	1,34	1,3	1,26	1,22	1,06	1,21
17	Дружковка	1,06	1,1	1,17	1,19	1,14	1,08	1,12
18	Рубежное	0,87	0,99	1,18	1,27	1,22	1,13	1,11
19	Харцызск	0,56	0,96	1,15	1,21	1,28	1,2	1,06
20	Торез (Чистяково)	1,4	1,42	1,46	1,2	1,46	1,25	1,13
	Среднее значение «коэффициента полицентричности»	1,28	1,22	1,2	1,17	1,22	1,1	1,21

Примечание. Синим цветом показаны значения этого коэффициента ниже среднего по агломерации, оттенками желтого показаны значения выше среднего. Красным цветом выделены названия городов, активно усиливающие ее полицентрический характер, синим — названия городов, его снижающие.

Проведенный на основе введенного нами показателя анализ состояния и развития агломерации Донбасса помог выявить в основных чертах структуру сложного градостроительного образования, каким является крупная полицентрическая агломерация. Становятся более понятными динамика и характер ее развития, ее дальнейшие перспективы, роль и значение отдельных городов в ее составе. Более ясным становится и направление корректировки ее развития — на какие города следует обратить особое внимание и управленческое воздействие. Наиболее важным в этом ключе становится вопрос выбора дальнейшего направления развития этой агломерации — следует ли сохранять и усиливать ее существующий полицентрический характер, либо следует ориентироваться на переход ее в будущем в состояние моноцентрической агломерации, которая является относительно более простым и изученным способом развития городских агломераций. Такой выбор возможен на основе постановки целей и задач градостроительного развития Донбасса в современных и перспективных социально-экономических, геополитических и прочих условиях.

Список использованной литературы

- [1] Дмитриев Р. В. Эволюционные процессы в системах центральных мест: дис. ... д-ра геогр. наук: 1.6.13 / Место защиты: ФГБУН Ин-т географии Рос. акад. наук. — М., 2022. — 223 с.
- [2] Лаппо Г. М. Развитие городских агломераций в СССР. — М.: Наука, 1978. — 152 с.
- [3] Листенгурт Ф. М., Портянский И. А., Юсин Г. С. Программно-целевое планирование систем населенных мест. — М.: Экономика, 1987. — 135 с.
- [4] Мазаев А. Г. Почему характеристики Национальной системы расселения Российской Федерации не соответствуют правилу Зипфа? // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2018. — № 2 (47). — С. 17–22: [сайт] — URL: <https://uniip.ru/wp-content/uploads/2018/11/2018-2-3.pdf> (дата обращения: 06.05.2025).
- [5] Мазаев А. Г. Особенности развития городских полицентрических агломераций в России и за рубежом // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2025. — № 1 (64). — С. 27–33: [сайт] — URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2025/03/05_AVuniip_2025-01-64.pdf (дата обращения: 06.05.2025).
- [6] Малоян Г. А. Агломерация — градостроительные проблемы. — М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2010. — 115 с.
- [7] Полян П. М. Методика выделения и анализа опорного каркаса расселения. — Ч. 1. — М.: ИГАН СССР, 1988. — 220 с.
- [8] Растворцева С. Н., Манаева И. В. Закон Зипфа в городах России. Анализ новых показателей // Экономика региона. — 2020. — Т. 16. — Вып. 3. — С. 935–947: [сайт] — URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/92123/1/2020_16_3_020.pdf (дата обращения: 06.05.2025).
- [9] Auerbach F. Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration, Petermanns // Geographische Mitteilungen. — 1913. — № 59. — 14 p.: [сайт] — URL: https://www.vwl.uni-mannheim.de/media/Lehrstuehle/vwl/Ciccone/auerbach_1913_translated_with_introduction_March_2021.pdf (дата обращения: 06.05.2025).
- [10] Singer H. W. The «Courbe des Populations». A Parallel to Pareto's Law // The Economic Journal. — 1936. — № 46. — P. 254–263: [сайт] — URL: <https://www.jstor.org/stable/2225228> (дата обращения: 06.05.2025).

References

- [1] Dmitriev R. V. Evolyucionnyye processy v sistemah central'nyh mest: dis. ... d-ra geogr. nauk: 1.6.13 / Mesto zashchity: FGBUN In-t geografii Ros. akad. nauk. — M., 2022. — 223 s.
- [2] Lappo G. M. Razvitie gorodskih aglomeracij v SSSR. — M.: Nauka, 1978. — 152 s.
- [3] Listengurt F. M., Portyanskij I. A., Yusin G. S. Programmno-celevoe planirovanie sistem naselennyh mest. — M.: Ekonomika, 1987. — 135 s.
- [4] Mazaev A. G. Pochemu harakteristiki Nacional'noj sistemy rasseleniya Rossijskoj Federacii ne sootvetstvuyut pravilu Zipfa? // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2018. — № 2 (47). — S. 17–22: [sajt] — URL: <https://uniip.ru/wp-content/uploads/2018/11/2018-2-3.pdf> (data obrashcheniya: 06.05.2025).
- [5] Mazaev A. G. Osobennosti razvitiya gorodskih policentricheskikh aglomeracij v Rossii i za rubezhom // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. — 2025. — № 1 (64). — S. 27–33: [sajt] — URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2025/03/05_AVuniip_2025-01-64.pdf (data obrashcheniya: 06.05.2025).
- [6] Maloyan G. A. Aglomeraciya — gradostroitel'nye problemy. — M.: Izd-vo Assoc. stroit. vuzov, 2010. — 115 s.
- [7] Polyan P. M. Metodika vydeleniya i analiza opornogo karkasa rasseleniya. — Ch. 1. — M.: IGAN SSSR, 1988. — 220 s.
- [8] Rastvorceva S. N., Manaeva I. V. Zakon Zipfa v gorodah Rossii. Analiz novyh pokazatelej // Ekonomika regiona. — 2020. — T. 16. — Vyp. 3. — S. 935–947: [sajt] — URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/92123/1/2020_16_3_020.pdf (data obrashcheniya: 06.05.2025).
- [9] Auerbach F. Das Gesetz der Bev lkerungskonzentration, Petermanns // Geographische Mitteilungen. — 1913. — № 59. — 14 p.: [sajt] — URL: https://www.vwl.uni-mannheim.de/media/Lehrstuehle/vwl/Ciccone/auerbach_1913_translated_with_introduction_March_2021.pdf (data obrashcheniya: 06.05.2025).
- [10] Singer H. W. The «Courbe des Populations». A Parallel to Pareto's Law // The Economic Journal. — 1936. — № 46. — P. 254–263: [sajt] — URL: <https://www.jstor.org/stable/2225228> (data obrashcheniya: 06.05.2025).

Статья поступила в редакцию 20.05.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Мазаев Антон Григорьевич

кандидат архитектуры, академик РААСН, зав. лабораторией, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: uro-raasn@mail.ru
ORCID: 0000-0002-7751-8997

Mazaev Anton G.

Candidate of Architecture, Academician of the RAACS, Head of the Laboratory, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProjekt, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: uro-raasn@mail.ru
ORCID: 0000-0002-7751-8997

ЛЕЙКИНА Д. К., ЛЕПТЮХОВА О. Ю.

Классификация территорий микрорайонов и поселков с малоэтажной (индивидуальной) жилой застройкой



**Лейкина
Диана
Кононовна**

кандидат архитектуры, заместитель генерального директора — главный архитектор, АО «ЦНИИПромзданий», профессор Международной Академии Архитектуры, Москва, Российская Федерация

e-mail: leikina@asm-1.ru

В статье содержатся предложения по классификации территорий микрорайонов и поселков малоэтажного (индивидуального) жилого строительства для отечественной практики на основе анализа передового международного опыта, научно-технической, нормативной и методической литературы, затрагивающего проблему установления требований к развитию, инновационным подходам и проектированию малоэтажного (индивидуального) строительства. Выделено пять классификационных признаков, которые могут повлиять на стандартизацию нормирования в части характеристик территорий микрорайонов и поселков с малоэтажной (индивидуальной) жилой застройкой.

Ключевые слова: малоэтажное (индивидуальное) строительство, типология, жилая застройка, городская среда.

Leykina D. K., Leptykhova O. Yu.

Classification features of low-rise (individual) construction development

The article contains proposals for the classification of microdistricts and settlements of low-rise (individual) residential construction for domestic practice based on the analysis of advanced international experience, scientific, technical, regulatory and methodological literature, affecting the problem of establishing requirements for the development and design of low-rise (individual) construction, as well as innovative approaches to design. There are 5 classification features that can affect the standardization of rationing of some characteristics of microdistricts and settlements of low-rise (individual) residential construction.

Keywords: low-rise residential construction, typology, residential development, urban environment.



**Лептюхова
Ольга
Юрьевна**

кандидат технических наук, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Российская Федерация

e-mail: oy-2@mail.ru

Введение

Значительное внимание уделяется в современном российском градостроительстве развитию нормативной базы для микрорайонов и поселков малоэтажного (индивидуального) жилого строительства (ИЖС). С каждым годом увеличивается спрос на комфортное, безопасное и доступное жилье, особенно в условиях урбанизации и миграции населения из сельской местности в города. Малоэтажные (индивидуальные) жилые микрорайоны и поселки предоставляют людям возможность жить в более просторных и экологически чистых, а значит, комфортных условиях.

Для создания на этапе проектирования современных экономически и социально эффективных моделей микрорайонов и поселков ИЖС [3; 4; 7; 8], обеспечивающих среду жизнедеятельности высокого качества, необходимо внедрение комплексных, междисциплинарных подходов к планированию и развитию инфраструктуры микрорайонов и поселков ИЖС, включающих создание общественных пространств, в наибольшей мере характеризующих уровень развития социальной, коммунальной и транспортной инфраструктуры современных

городов, развитие малокомплектной и гибкой социальной (школы, детские сады, медицинские учреждения), мультимодальной транспортной и инженерной инфраструктур [1], применение современных информационных и «зеленых» технологий для управления составляющими среды ИЖС [2–4].

В российской практике территория, занятая малоэтажной (индивидуальной) жилой застройкой, является или частью планировочной структуры населенного пункта, или обособленным элементом в системе расселения. Жилая застройка ИЖС формируется индивидуальными жилыми домами, отдельно стоящими или блокированными, высотой до трех этажей на земельном участке индивидуального пользования, и может быть очень разной по плотности [5]. Характеристики проектируемой территории и застройки определяют параметры планировочной организации и благоустройства, состав, емкость и доступность объектов обслуживающей инфраструктуры. Такой существующий в системе нормирования подход к классификации территорий ИЖС для целей проектирования не обеспечивает создание качественной среды при массовом малоэтажном жилищном

строительстве и нуждается в развитии. В связи с этим в статье на основе проведенных исследований выявлены основные классификационные характеристики территорий ИЖС, которые могут позволить дифференцировать требования к организуемой жилой среде и тем самым обеспечить градостроительное проектирование на высоком техническом уровне.

Методология работы. Обзор существующей литературы по предмету статьи

Вопросы развития микрорайонов и поселков ИЖС и их основные классификационные признаки изложены в статье на основе анализа: российских и зарубежных нормативных документов, регулирующих вопросы проектирования территорий для малоэтажного (индивидуального) строительства, научно-технической литературы; российского опыта проектирования инфраструктуры индивидуального жилого строительства, включая передовые практики и инновационные подходы. В настоящее время нормативно-технические требования, отражающие специфику проектирования микрорайонов и поселков ИЖС, немногочисленны и не могут служить достаточно надежной основой полноценной функциональной организации малоэтажной застройки.

— СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»¹ содержит требования к жилым зонам, включая зоны МЖС в части расстояний от зданий до различных функциональных участков жилой застройки, а также требования к транспортной и инженерной инфраструктурам жилых зон.

— СП 533.1325800.2024 «Градостроительство. Модели городской среды малоэтажная. Правила проектирования»² определяет общие положения и требования к малоэтажной застройке в целом, включающей и многоквартирные жилые дома, включая типологические характеристики и параметры объектов жилой, социальной, общественно-деловой застройки, инженерной, транспортной и пешеходной инфраструктуры, элементов благоустройства для территории, развитие которой осуществляется на основе параметров и характеристик малоэтажной модели городской среды при условии

их включения в региональные/местные нормативы градостроительного проектирования (РНПП/МНПП), правила землепользования и застройки по решению уполномоченных органов государственной власти или местного самоуправления.

— СП 55.13330.2016 «Дома жилые многоквартирные. СНиП 31-02-2001»³ распространяется на проектирование, строительство, реконструкцию жилых многоквартирных домов с количеством наземных этажей не более чем три, отдельно стоящих или блокированной застройки и на жилые многоквартирные дома со встроенными, пристроенными или встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, общественного или производственного (ремесленного или сельскохозяйственного) назначения, не регулируя вопросы планировочной организации территорий микрорайонов и поселков, а также взаимосвязанно отдельных земельных участков, в частности.

— СП 30-102-99 «Планировка и застройка территорий малоэтажного жилищного строительства»⁴ устанавливает требования к застройке территорий ИЖС, градостроительным характеристикам территорий малоэтажного жилищного строительства (величина, этажность застройки, размеры приквартирного участка и др.) на основе устаревших подходов к проектированию, не актуализировался с 1999 г. и требует полной переработки. Классификационные признаки в приведенных сводах правил отсутствуют.

В то же время в приказе Минэкономразвития РФ № 540 от 01.09.2014 г.⁵ приведены факторы классификации земельных участков по типу разрешенного использования, сказано, что малоэтажная жилая застройка — это строительство жилого дома высотой не более трех надземных этажей, пригодного для постоянного проживания и не предназначенного для раздела на квартиры. При этом в документе Минэкономразвития в качестве основного признака указаны только надземные этажи, а в ГрК РФ — общее количество этажей, включая подземные.

Стратегией развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ

от 31.10.2022 № 3268-р⁶, Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2036 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р⁷, предусмотрена активизация строительства индивидуальных жилых домов, в том числе блокированного типа. Таким образом, проектирование территории ИЖС, в том числе в виде малоэтажных жилых комплексов (МЖК), будет развиваться интенсивными темпами в отсутствие нормативной базы, что повлечет риски дополнительных государственных издержек на приведение в соответствие с актуальными тенденциями в градостроительстве.

Сказанное говорит о необходимости актуализировать нормативы, включив в них современные требования к классификации, составу, территориальной доступности и емкости необходимой инфраструктуры территорий микрорайонов и поселков ИЖС (социальной; коммерческой; коммуникационной; инженерной; транспортной; рекреационной; экологической), основанной на инновационных технологических решениях, в том числе в результате внедрения цифровизации [6–8].

На нормативные положения к территориям ИЖС могут влиять такие инновации, как технологии умных городов, где используются интеллектуальные системы управления транспортом, энергоснабжением, водоснабжением и другими коммунальными услугами [1; 3; 6; 9]. Классификация территорий ИЖС должна отразить основные характеристики жилых комплексов — интеграцию в городскую среду с акцентом на доступность, гибкость, устойчивость, экологичность и качество жизни [10; 11; 13; 14], в том числе стремление обеспечить каждое домохозяйство отдельной жилой единицей (домом или квартирой) [15; 16].

Обзор существующих за рубежом классификаций типов жилья на основе характера домохозяйств и плотности застройки

Принципы устойчивого развития требуют при проектировании любого жилья исходить из учета количества, состава и потребностей домохозяйств, для которых оно предназначено. Суть учета состава и численности домохозяйств сво-

1 URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 05.03.2025).

2 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304955767> (дата обращения: 05.03.2025).

3 URL: <https://docs.cntd.ru/document/456039916> (дата обращения: 05.03.2025).

4 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004849> (дата обращения: 05.03.2025).

5 URL: <https://docs.cntd.ru/document/420219456> (дата обращения: 05.03.2025).

6 URL: <https://docs.cntd.ru/document/352185341> (дата обращения: 05.03.2025).

7 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1310767692/titles/65A01Q> (дата обращения: 05.03.2025).

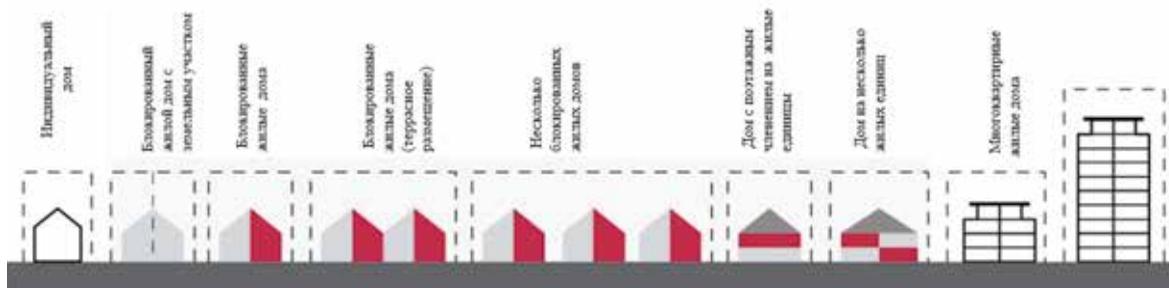


Иллюстрация 1. Варианты блокирования жилых единиц [19]

Таблица 1. Типология малоэтажных блокированных домов

№	Тип	Число жилищ	Блокирование	Этажность	Отдельный вход	Характеристика	Пример
1	<i>Dual occupancy</i> — малоэтажный блокированный дом (<i>duplex or semis</i> — дуплекс или полудуплекс)	2	По боковой стене	1–2	+	Расположены в зависимости от конфигурации участка. Симметричны. Может быть организован отдельный задний двор	
2	<i>Detached dual occupancy</i> — малоэтажный дом (<i>duplex or semis</i> — дуплекс или полудуплекс) без блокирования	2	—	1–2	+	Расположены либо рядом, либо на противоположных сторонах на узких и длинных или угловых участках, с выездом на дополнительную улицу. Размещают на узких и длинных участках. Идентичны друг другу, имеют общий задний двор	
3	<i>Multi-dwelling housing</i> — малоэтажный (блокированный) многоквартирный дом — таунхаус или вилла	3>=	По боковой стене (необязательно)	1 — таунхаус; 2 — вилла	+	Расположены параллельно улице, при большой ширине участка или для объединения участков-соединений двух улиц. Может быть организован отдельный задний двор	
4	<i>Multi-dwelling housing (terraces)</i> — малоэтажный блокированный многоквартирный дом (терраса)	3>=	По боковой стене	2	+	Расположены в ряд вдоль улиц. Фасад узкий. Используется на широких, неглубоких участках, или на глубоких с обширным задним двором	
5	<i>Manor houses</i> — дом-усадебка (<i>residential flat building</i> — жилой многоквартирный дом)	3–4	По боковой стене, полу или перекрытию (частично или полностью)	2 (не считая подвал)	— (общий вход и холл)	Расположены на просторных, часто угловых участках или участках с выездом на дополнительную улицу. Обычно 2 жилища на первом этаже и 2 на втором, над ними. Для жилищ 1-го этажа может быть организован задний двор	

дится к определению числа и назначения комнат в жилой единице, а также объемов обслуживающей инфраструктуры. И обратно, расчетная численность населения на территории определяется по числу спальных комнат и с учетом принятого типа заселения — например, если допускается размещение однополых детей в одной спальном комнате в случае социального или доступного жилья. Именно сведения о домохозяйствах должны быть в фокусе внимания при проведении любых проектных работ в отношении территории ИЖС [12]. Подобная тенденция присутствует и в экономически развитых странах, где жилищную обеспеченность учитывают, в первую очередь, не в квадратных метрах, а в жилых

единицах — индивидуальных домах и квартирах для семей (домохозяйств) [18].

Так, в США в составе жилых зон различают два типа жилья: отдельно стоящие дома (*single family* — отдельно стоящее здание, которое соответствует определенным характеристикам) и многоквартирные дома (*multi family* — здание или группа зданий на одном участке, содержащие две или более отдельных жилых единицы).

Типы жилья классифицируются как:

— Отдельно стоящий дом (*detached home*), известный как дом на одну семью, — это самостоятельное жилое здание, которое не имеет общих стен с соседними домами. Он расположен на отдельном участке земли

Таблица 2. Классификация жилых зон по плотности

Плотность жилой застройки	Типовая характеристика
10–15 домов/га	Как правило, располагаются вдали от центров и транспорта, а также вблизи рекреационных зон или территорий с ограничениями по застройке, чтобы обеспечить подходящие буферные расстояния. Преимущественно представлены отдельно стоящими жилыми домами на больших участках и/или блокированными по два. Одно- и двухэтажные жилые дома. В основном на пригородных и загородных территориях
15–25 домов/га	В основном это сочетание отдельно стоящих жилых домов, двухквартирных домов и домов двойного назначения. Сосредоточенные участки с небольшими жилыми домами в местах с высоким уровнем комфорта. При уровне 20 дв./га — единичные усадьбы на угловых участках. Одно- и двухэтажные жилые дома. В основном на пригородных территориях, изредка — городских
25–45 домов/га	Как правило, расположены в пределах пешеходной доступности от центров, коридоров и/или железнодорожного общественного транспорта. Состоит преимущественно из малоэтажных домов с некоторыми многоквартирными домами, усадьбами домами и многоквартирными жилыми домами, расположенными недалеко от местного центра, мест с высокой степенью благоустройства и общественного транспорта. Как правило, одно- и двухэтажные дома с некоторыми трехэтажными зданиями. Включает в себя несколько переулков и общих подъездных путей. Проектирование должно предусматривать активизацию общественного пространства, включая улицы и открытые общественные пространства, за счет ориентации и дизайна зданий и общественных пространств. В основном городские уличные пейзажи, некоторые пригородные

и обычно окружен открытым пространством со всех сторон — передним двором, задним двором, а иногда и боковыми дворами.

— Пристроенный дом (*attached home*), такой как таунхаус, дуплекс или полудуплекс, — это тип жилья, которое имеет общие стены, перекрытия с соседними объектами недвижимости [19; 21].

Малоэтажным жильем называют дом высотой 1–2 этажа. Здания в три и более этажей считают многоэтажными (*apartment building* — многоквартирное (многоэтажное) здание) [19].

Варианты блокирования жилых единиц представлены на Иллюстрации 1.

Компоновка жилых единиц представлена в Таблице 1.

При анализе ряда зарубежных нормативных документов выявлено, что существует несколько вариантов классификации ИЖС по плотности застройки территории, каждый из которых имеет свои особенности, так как предназначен для различных ситуаций и потребностей [17]. Плотность застройки определяется как количество жилых единиц на единицу площади (обычно на акр или на гектар) [22; 23].

В Австралии плотность застройки должна соответствовать месту и планам развития. Так, например, ранжирование территорий малоэтажной застройки по плотности представлено в Таблице 2 [23].

Встречается классификация по плотности в зависимости от вида жилых домов: низкой плотности — при застройке многоквартирными домами; средней плотности — при застройке блокированными домами; высокой плотности — при застройке многоквартирными домами. В некоторых случаях низкая плотность

может варьироваться, но обычно включает в себя индивидуальные дома на больших участках, двухквартирные дома и небольшие многоквартирные комплексы. Застройка средней плотности считается более оптимальной, так как при такой плотности на территории часто обеспечивается лучшее сочетание жилого пространства и инфраструктуры, поддерживается более активное использование общественного транспорта и инфраструктуры [20].

В США зоны с домами на одну семью (*single family*) имеют различия, прежде всего по плотности (Таблица 3) [20; 21]. Плотность застройки является одним из ключевых факторов, определяющих градостроительное развитие территории, устойчивость инженерных систем и социальную структуру территории, что помогает наилучшим образом учитывать потребности различных групп населения.

Такое разнообразие типов жилых единиц, в том числе и по плотности, гибкость в их применении кардинально отличается от принятого в российской практике. В Российской Федерации объект индивидуального жилищного строительства — отдельно стоящее здание с количеством надземных этажей не более чем три, высотой не более двадцати метров, которое состоит из комнат и помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами бытовых и иных нужд, связанных с их проживанием в таком здании, и не предназначено для раздела на самостоятельные объекты недвижимости, дом блокированной застройки — жилой дом, блокированный с другим жилым домом (другими жилыми домами) в одном ряду общей боковой сте-

Таблица 3. Классификация жилых зон для отдельно стоящих домов на одну семью по плотности

№	Зона	Плотность (единиц на акр)
1	SFR1	до 2 жилых единиц на акр
2	SFR2	до 4,4 жилых единиц на акр
3	SFR3	до 6 жилых единиц на акр

ной (общими боковыми стенами) без проемов и имеющий отдельный выход на земельный участок. Варианты организации индивидуальной жилой застройки, в том числе блокированной, в России значительно ограничены.

Активное строительство малоэтажных (индивидуальных) жилых домов, в первую очередь, в рамках субурбии в городах, предопределяет классификацию территорий ИЖС по местоположению относительно города, который является местом притяжения культурно-бытовых, трудовых и социальных передвижений населения.

Многообразие приемов размещения индивидуальной жилой застройки может быть дифференцировано в зависимости также от транспортно-временной удаленности от города или городского центра в следующих вариантах:

- в пределах города (или городского центра для крупных городов) — в центральной и срединной частях города; в периферийной зоне жилых массивов;
- за пределами города в существующих населенных пунктах ближнего (5–10 км), среднего (10–30 км) и дальнего местоположения (30 и более км);
- на межселенных территориях, на внешних границах зон влияния населенного пункта.

На размещение индивидуальной жилой застройки влияет удаленность

от источников электроэнергии, газа, тепла и других коммунальных ресурсов. Различают три основные категории, которые имеют особенности в инфраструктурном обеспечении и требованиях к инженерным сетям (в основном используются две схемы: централизованное снабжение энергоносителями и децентрализованные (индивидуальные) системы).

Первая категория — близкие территории в пределах большого города или непосредственной близости от него. Вторая категория — средне-удаленные территории в пригородной зоне в пределах 20–50 км от городов, в небольших городах. Третья категория — удаленные территории: сельская местность, отдаленные поселки, в том числе в труднодоступных районах, или населенные пункты, находящиеся на расстоянии более 50 км от больших городов.

Все более важной составляющей экономического развития ИЖС становится способность обеспечить достаточное количество жилья, доступного людям с любым уровнем дохода.

Доступность жилья — критерии определения

В мировой практике большое значение придается доступности жилья: рыночной (ценовой) и социальной. Рыночная доступность ориентирована на домохозяйства с достаточно высокими и стабильными доходами, а социальная — на домохозяйства с низким уровнем доходов.

Критерии доступного жилья определяются в нормативных актах по коэффициенту доступности жилья. При интерпретации коэффициента доступности жилья используется следующая международная классификация рынков жилья по уровню доступности (Таблица 4).

При оценке доступности жилья в расчет принимаются не только стоимость самого объекта, но и сопутствующие затраты, например, по его содержанию, а также затраты на передвижения к местам приложения труда. Таким образом, следует говорить о комплексной доступности жилых единиц для населения.

В настоящее время не существует методики для оценки доступности жилья на рынке индивидуального жилищного строительства в России. В 2024 г. институт экономики города совместно со СберИндекс впервые провели оценку доступности жилья в 734 городах России. Анализ показал, что чем больше население города, тем менее доступно жилье в нем. Развивающееся строитель-

Таблица 4. Критерии доступного жилья

Категория рынка по уровню доступности жилья	Значение КДЖ
Жилье доступно (<i>affordable</i>)	До 3 лет включительно
Жилье не очень доступно (<i>moderately unaffordable</i>)	От 3 до 4 лет включительно
Приобретение жилья серьезно осложнено (<i>seriously unaffordable</i>)	От 4 до 5 лет включительно
Жилье существенно недоступно (<i>severely unaffordable</i>)	Более 5 лет

* Коэффициент доступности (отношение средней стоимости дома к величине средней годовой зарплаты в регионе или в стране.) позволяет судить, справедлив ли текущий уровень цен на недвижимость.



Иллюстрация 2. Классификация односемейных экономических малоэтажных домов в условиях рыночной экономики[16]

во индивидуальных жилых домов (ИЖС) — одно из самых перспективных и выгодных направлений в России для решения проблем доступного собственного жилья для среднего класса. В НИИТИАГ РААСН выполнена работа «Развитие типов индивидуального жилища в архитектуре XX века», в которой представлена модель классификации односемейных экономических малоэтажных домов в условиях рыночной экономики (Иллюстрация 2).

В настоящее время в России отсутствуют массовые типы односемейного малоэтажного жилища. Перспективы развития этого типа социального жилья во многом определяются экономическими возможностями государства. Возможности для экономической оптимизации строительства доступного жилья открывают новые технологии по быстрому проектированию, возведению зданий (типовые проекты, модульное строительство), современные строительные материалы, гибкие подходы к обеспечению обслуживающей инфраструктурой [15].

Удаленность источников коммунальных ресурсов определяет возможности «наполнения» территории ИЖС объектами инженерной инфраструктуры, в том числе возможности использования централизованных ресурсов, что сказывается на экономической эффективности организации территории ИЖС.

Заключение

Зафиксированная потребность у значительной части среднего класса в переходе на новые стандарты жизни — от постоянного проживания в многоквартирных домах в спальнях района города к переезду или периодическому долговременному проживанию в малоэтажных поселках (*gated community*) — стимулирует малоэтажное индивидуальное жилищное строительство с современной инфраструктурой (транспорт, социальная среда, инженерные коммуникации).

В условиях развертывания массового малоэтажного строительства актуальна дифференциация требований к проектируемой среде в микрорайонах и поселках ИЖС на основе классификации по следующим характеристикам:

- по плотности жилых единиц в зависимости от применения различных типов жилых домов;
- по количеству жилых единиц в жилом доме;
- по экономической доступности для населения;
- по местоположению в системе расселения;
- по удаленности от источников коммунальных ресурсов.

Дополнительно следует учитывать правовой статус застройки: проектируется малоэтажная застройка как микрорайон, тесно интегрированный в среду населенного пункта,

или как обособленный малоэтажный жилой комплекс, представляющий собой закрытую территорию с особыми условиями функционирования.

Указанные классификационные характеристики учитывают современные инновационные подходы и технологии в проектировании жилья:

- расчеты на основе характеристик и потребностей домохозяйств;
- оценка экономической доступности возводимых объектов для населения;
- повышение устойчивости функционирования всех систем жизнеобеспечения.

Найденные классификационные признаки могут лечь в основу перспективной стандартизации и нормирования характеристик территорий ИЖС, в том числе по обеспеченности всеми видами инфраструктур.

Использование подхода в нормировании и регулировании малоэтажного жилищного строительства, основанного на дифференциации требований к характеристикам проектируемой малоэтажной среды, открывает возможности по установлению количественных зависимостей между диапазонами их величин, технико-экономическими показателями проектов и оценки эффективности жилищного строительства. Дальнейшие исследования могут также быть сконцентрированы на установлении стандартов пространства территории малоэтажной застройки на основе социальных и демографических особенностей населения и расширении типологии жилых зданий для малоэтажного (индивидуального) строительства.

Список использованной литературы

- [1] Березинец И. В., Соколова Е. В. Транспортная система и город: какой должна быть транспортная реформа // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. Менеджмент. — 2020. — Т. 19. — № 3. — С. 362–384: [сайт] — URL: http://www.vestnikmanagement.spbu.ru/archive/?article_id=855 (дата обращения: 04.04.2025).
- [2] Волобуева Т. В. Научно-методические подходы к реализации инновационно-инвестиционных проектов малоэтажного жилищного строительства: автореф. дис. ... канд. экон. наук (08.00.05). — ФГБОУ ВПО «ВГАСУ», 2012. — 206 с.
- [3] Губеев Э. П. Перспективы развития городской инфраструктуры для улучшения качества жизни // Вестник науки. — 2023. — Т. 2. — № 7 (64). — С. 245–266: [сайт] — URL: <https://www.xn----8sbemplclwd3bmt.xn--p1ai/article/9488> (дата обращения: 04.04.2025).
- [4] Гусакова Н. В. Преимущества малоэтажного строительства как фактор повышения уровня и качества жизни населения // Baikal Research Journal. — 2024. — Т. 15. — № 1. — С. 173–180: [сайт] — URL: <https://brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=26460> (дата обращения: 04.04.2025).
- [5] Желясков А. Л., Поносов А. Н. Социально-экономические аспекты формирования территорий пригородных поселений // Российский экономический Интернет-журнал. — 2006. — № 4. — С. 88. — EDN QCAOYD: [сайт] — URL: https://www.e-rej.ru/Articles/2006/Zhelyaskov_Ponosov.pdf (дата обращения: 25.10.2024).
- [6] Корнилов П. П. Управление инновациями в малоэтажном жилищном строительстве // Журнал прикладных исследований. — 2020. — Т. 3. — № 4. — С. 73–80: [сайт] — URL: https://zhpi.ru/journal/archive/zhpi_2020_4.3.pdf (дата обращения: 04.04.2025).
- [7] Корнилов П. П. Современные тенденции развития малоэтажного жилищного строительства // Недвижимость: экономика, управление. — 2016. — № 4. — С. 39–44. — EDN YGBSPZ: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28792504> (дата обращения: 25.10.2024).
- [8] Малова Н. Ю. Определение перспективных направлений государственной поддержки «зеленого строительства» // Экономика строительства и городского хозяйства. — 2024. — Т. 20. — № 2. — С. 143–151: [сайт] — URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2024-2/st_06_malova.pdf (дата обращения: 25.10.2024).
- [9] Пахомова М. А., Храмов А. Б. Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик // Архитектура, строительство, транспорт. — 2022. — № 3. — С. 20–31: [сайт] — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49528721> (дата обращения: 25.10.2024).
- [10] Петрова З. К. Технологии «умного дома» и энергоэффективная малоэтажная жилая застройка // АМИТ. — 2010. — № 2 (11). — С. 1–9: [сайт] — URL: <https://marhi.ru/AMIT/2010/2kvart10/Petrova/petrova.pdf> (дата обращения: 25.10.2024).
- [11] Петрова З. К., Шишов К. В., Долгова В. О. Применение инновационных технологий жизнеобеспечения для малоэтажной застройки в различных градостроительных ситуациях // Academia. Архитектура и строительство. — 2017. — № 1. — С. 78–84: [сайт] — URL: <https://aac.raasn.ru/index.php/aac/issue/view/3/Academia.%20Architecture%20and%20Construction.%20%20No1%2C%202017> (дата обращения: 25.10.2024).
- [12] Право на достаточное жилище. Изложение фактов № 21. Rev. 1 // United Nations Human Rights Office of the High Commissioner: [сайт] — URL: https://www.ohchr.org/sites/default/files/FS21_rev_1_Housing_ru.pdf (дата обращения: 09.08.2024).
- [13] Сагалаев А. В., Ефремова Е. В. Принципы экологизации в дизайне городской среды // Синтез искусств в проектировании среды: материалы III Всерос. науч.-практ. конф., Омск, 6–7 мая 2021 г. — Омск: ОГТУ, 2021. — С. 24–27. — EDN XTSKOU: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47155267> (дата обращения: 25.10.2024).
- [14] Смирнова Д. А. Современные тенденции управления городской средой умного города // Экономика и менеджмент. — 2024. — № 4: [сайт] — URL: <https://na-journal.ru/4-2024-ekonomika-menedzhment/11155-sovremennye-tendencii-upravleniya-gorodskoi-sredoi-umnogo-goroda> (дата обращения: 25.10.2024).
- [15] Черешнев И. В. Экологические аспекты формирования малоэтажных жилых зданий для городской застройки повышенной плотности: учеб. пособие. — 2-е изд., доп. — М.: Лань, 2013. — 256 с.
- [16] Чуклова В. П. Формирование малоэтажного экономического жилища для одной семьи в России // Academia. Архитектура и строительство. — 2011. — № 4. — С. 11–17: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-maloetazhnogo-ekonomichnogo-zhilisha-dlya-odnoy-semi-v-rossii> (дата обращения: 25.10.2024).
- [17] Alexander E. R. Density measures: A review and analysis // J. of architectural and planning research. — 1993. — Vol. 10. — Iss. 3. — P. 181–202: [сайт] — URL: <https://journals.scholarsportal.info/details?uri=/073>

- 80895/v10i0003/181_dmaraa.xml (дата обращения: 25.10.2024).
- [18] Guide to Complying Development – August. 2022 // NSW Department of Planning and Environment. – 5–02. – ТЕР. 5. – SST. – Е. Р. 5: [сайт] – URL: <https://www.planning.nsw.gov.au/sites/default/files/2023-02/guide-to-complying-development.pdf> (дата обращения: 25.10.2024).
- [19] Findlay M. Social housing for cultural diversity // Australian Planner. – 2011. – Т. 48. – № 1. – P. 2–11: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/254239644_Social_housing_for_cultural_diversity (дата обращения: 25.10.2024).
- [20] Local Housing Strategies Tracker: [сайт] – URL: <https://www.planningportal.nsw.gov.au/local-housing-strategies-tracker> (дата обращения: 05.02.2025).
- [21] Manville M., Monkkonen P., Lens M. It's time to end single-family zoning // J. of the American Planning Association. – 2020. – Vol. 86. – № 1. – P. 105–112: [сайт] – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01944363.2019.1651216> (дата обращения: 25.10.2024).
- [22] Monkkonen P. The elephant in the zoning code: Single family zoning in the housing supply discussion // Housing Policy Debate. – 2019. – Т. 29. – № 1. – P. 41–43: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/329745812_The_Elephant_in_the_Zoning_Code_Single_Family_Zoning_in_the_Housing_Supply_Discussion (дата обращения: 25.10.2024).
- [23] Wilton Growth Area Development Control Plan 2021 / State of NSW through its Department of Planning and Environment 2023: [сайт] – URL: dpie.nsw.gov.au (дата обращения: 05.02.2025).
- [6] Kornilov P. P. Upravlenie innovაციями v maloetazhnom zhilishchnom stroitel'stve // Zhurnal prikladnyh issledovanij. – 2020. – Т. 3. – № 4. – S. 73–80: [сайт] – URL: https://zhpi.ru/journal/archive/zhpi_2020_4.3.pdf (дата обращения: 04.04.2025).
- [7] Kornilov P. P. Sovremennye tendencii razvitiya maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva // Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie. – 2016. – № 4. – S. 39–44. – EDN YGBSPZ: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28792504> (дата обращения: 25.10.2024).
- [8] Malova N. Yu. Opredelenie perspektivnyh napravlenij gosudarstvennoj podderzhki «zelenogo stroitel'stva» // Ekonomika stroitel'stva i gorodskogo hozyajstva. – 2024. – Т. 20. – № 2. – S. 143–151: [сайт] – URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2024-2/st_06_malova.pdf (дата обращения: 25.10.2024).
- [9] Pahomova M. A., Hramcov A. B. Maloetazhnoe stroitel'stvo v Rossii i za rubezhom: obzor praktik // Arhitektura, stroitel'stvo, transport. – 2022. – № 3. – S. 20–31: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49528721> (дата обращения: 25.10.2024).
- [10] Petrova Z. K. Tekhnologii «umnogo doma» i energoeffektivnaya maloetazhnaya zhilaya zastrojka // AMIT. – 2010. – № 2 (11). – S. 1–9: [сайт] – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2010/2kvart10/Petrova/petrova.pdf> (дата обращения: 25.10.2024).
- [11] Petrova Z. K., Shishov K. V., Dolgova V. O. Primenenie innovacionnyh tekhnologij zhizneobespecheniya dlya maloetazhnoj zastrojki v razlichnyh gradostroitel'nyh situacijah // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2017. – № 1. – S. 78–84: [сайт] – URL: <https://aac.raasn.ru/index.php/aac/issue/view/3/Academia.%20Architecture%20and%20Construction.%20%20No1%2C%202017> (дата обращения: 25.10.2024).
- [12] Pravo na dostatochnoe zhilishche. Izlozhenie faktov № 21. Rev. 1 // United Nations Human Rights Office of the High Commissioner: [сайт] – URL: https://www.ohchr.org/sites/default/files/FS21_rev_1_Housing_ru.pdf (дата обращения: 09.08.2024).
- [13] Sagalaev A. V., Efremova E. V. Principy ekologizacii v dizajne gorodskoj sredy // Sintez iskusstv v proektirovanii sredy: materialy III Vseros. nauch.-prakt. konf., Omsk, 6–7 maya 2021 g. – Omsk: OGTU, 2021. – S. 24–27. – EDN XTSKOU: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47155267> (дата обращения: 25.10.2024).
- [14] Smirnova D. A. Sovremennye tendencii upravleniya gorodskoj sredoj umnogo goroda // Ekonomika i menedzhment. – 2024. – № 4: [сайт] – URL: <https://na-journal.ru/4-2024-ekonomika-menedzhment/11155-sovremennye-tendencii-upravleniya-gorodskoi-sredoi-umnogo-goroda> (дата обращения: 25.10.2024).
- [15] Chereshev I. V. Ekologicheskie aspekty formirovaniya maloetazhnyh zhilyh zdaniy dlya gorodskoj zastrojki povyshennoj plotnosti: ucheb. posobie. – 2-e izd., dop. – M.: Lan', 2013. – 256 s.
- [16] Chuklova V. P. Formirovanie maloetazhnogo ekonomichnogo zhilishcha dlya odnoj sem'i v Rossii // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2011. – № 4. – S. 11–17: [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-maloetazhnogo-ekonomichnogo-zhilishcha-dlya-odnoy-semi-v-rossii> (дата обращения: 25.10.2024).

References

- [1] Berezinec I. V., Sokolova E. V. Transportnaya sistema i gorod: kakoj dolzhna byt' transportnaya reforma // Vestn. Sankt-Peterburg. un-ta. Menedzhment. – 2020. – Т. 19. – № 3. – S. 362–384: [сайт] – URL: http://www.vestnikmanagement.spbu.ru/archive/?article_id=855 (дата обращения: 04.04.2025).
- [2] Volobueva T. V. Nauchno-metodicheskie podhody k realizacii innovacionno-investicionnyh proektov maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk (08.00.05). – FGBOU VPO «VGASU», 2012. – 206 s.
- [3] Gubeev E. P. Perspektivy razvitiya gorodskoj infrastruktury dlya uluchsheniya kachestva zhizni // Vestnik nauki. – 2023. – Т. 2. – № 7 (64). – S. 245–266: [сайт] – URL: <https://www.xn----8sbemplclwd3bmt.xn--p1ai/article/9488> (дата обращения: 04.04.2025).
- [4] Gusakova N. V. Preimushchestva maloetazhnogo stroitel'stva kak faktor povysheniya urovnya i kachestva zhizni naseleniya // Baikal Research Journal. – 2024. – Т. 15. – № 1. – S. 173–180: [сайт] – URL: <https://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=26460> (дата обращения: 04.04.2025).
- [5] Zhelyaskov A. L., Ponosov A. N. Social'no-ekonomicheskie aspekty formirovaniya territorij prigorodnyh poselenij // Rossijskij ekonomicheskij Internet-zhurnal. – 2006. – № 4. – S. 88. – EDN QCAOYD: [сайт] – URL: https://www.e-rej.ru/Articles/2006/Zhelyaskov_Ponosov.pdf (дата обращения: 25.10.2024).

- [17] Alexander E.R. Density measures: A review and analysis // J. of architectural and planning research. — 1993. — Vol. 10. — Iss. 3. — P. 181–202: [сайт] — URL: https://journals.scholarsportal.info/details?uri=/07380895/v10i0003/181_dmaraa.xml (data obrashcheniya: 25.10.2024).
- [18] Guide to Complying Development — August. 2022 // NSW Department of Planning and Environment. — 5–02. — ТЕР. 5. — SST. — Е. Р. 5: [сайт] — URL: <https://www.planning.nsw.gov.au/sites/default/files/2023-02/guide-to-complying-development.pdf> (data obrashcheniya: 25.10.2024).
- [19] Findlay M. Social housing for cultural diversity // Australian Planner. — 2011. — Т. 48. — № 1. — P. 2–11: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/254239644_Social_housing_for_cultural_diversity (data obrashcheniya: 25.10.2024).
- [20] Local Housing Strategies Tracker: [сайт] — URL: <https://www.planningportal.nsw.gov.au/local-housing-strategies-tracker> (data obrashcheniya: 05.02.2025).
- [21] Manville M., Monkkonen P., Lens M. It's time to end single-family zoning // J. of the American Planning Association. — 2020. — Vol. 86. — № 1. — P. 105–112: [сайт] — URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01944363.2019.1651216> (data obrashcheniya: 25.10.2024).
- [22] Monkkonen P. The elephant in the zoning code: Single family zoning in the housing supply discussion // Housing Policy Debate. — 2019. — Т. 29. — № 1. — P. 41–43: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/329745812_The_Elephant_in_the_Zoning_Code_Single_Family_Zoning_in_the_Housing_Supply_Discussion (data obrashcheniya: 25.10.2024).
- [23] Wilton Growth Area Development Control Plan 2021 / State of NSW through its Department of Planning and Environment 2023: [сайт] — URL: [dpie.nsw.gov.au](https://www.dpie.nsw.gov.au) (data obrashcheniya: 05.02.2025).

Статья поступила в редакцию 21.01.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Лейкина Диана Кононовна

кандидат архитектуры, заместитель генерального директора — главный архитектор, АО «ЦНИИПромзданий», профессор Международной Академии Архитектуры, Москва, Российская Федерация
e-mail: leikina@asm-1.ru
ORCID ID: 0000-0001-6713-6867

Leykina Diana K.

Doctor of Architecture, Deputy General Director, Chief Architect, JSC «Tsniipromzdany», Professor International Academy of Architecture, Moscow, Russian Federation
e-mail: leikina@asm-1.ru
ORCID ID: 0000-0001-6713-6867

Лептюхова Ольга Юрьевна

кандидат технических наук, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Российская Федерация
e-mail: oy-2@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7822-4328

Leptiyhova Olga Yu.

PhD, Ass. Professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation
e-mail: oy-2@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7822-4328

КРАШЕНИННИКОВ А. В., МАЛЬЦЕВ С. С.

Перспективы развития территорий вокруг станций высокоскоростных железных дорог



**Крашенинников
Александр
Валентинович**

доктор архитектуры, профессор, Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ, Москва, Российская Федерация
e-mail: ud-marhi@mail.ru

В статье проводится сравнительный анализ развития территории вокруг станций высокоскоростной железной дороги (ВСМ) малых городов и населенных пунктов Франции и Испании с целью обобщения опыта и возможного использования в проектировании станций ВСЖМ-1 «Две столицы» между Москвой и Санкт-Петербургом. Рассмотрены станции двух типов, периферийного и промежуточного, наиболее релевантные российскому проекту. Ключевым индикатором выступил объем пассажиропотока на станциях, который зависит, прежде всего, от обеспечения транспортной связности с региональными и национальными транспортными коридорами. Кейсы анализировались по пространственному и социально-экономическому развитию, а также факторам, влияющим на включение населенных пунктов в зону маятниковой миграции крупнейших агломераций.

Ключевые слова: ВСМ, ВСЖМ-1, градостроительство, малые города, агломерация, eVTOL, транспортное планирование.

*Krasheninnikov A. V., Maltsev S. S.
Development prospects for areas around high-speed rail stations*

The article provides a comparative analysis of the development of the territory around high-speed rail (HSR) stations in small towns and settlements in France and Spain to summarize the experience and possible use in planning around stations of prospective HSR «Two Capitals» between Moscow and St. Petersburg. Two types of stations were considered, peripheral and intermediate, the most relevant to Russian project. The key indicator was the volume of passenger traffic at the stations, which depends on transport connectivity with regional and national transport corridors. The cases were analysed by spatial and socio-economic development, as well as factors influencing the inclusion of settlements in the commuting zones of the largest agglomerations.

Keywords: HSR, HSR-1, urban planning, small towns, agglomerations, eVTOL, transport planning.



**Мальцев
Сергей
Станиславович**

магистр 2 курса по направлению «Градостроительство», Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ, Москва, Российская Федерация
e-mail: malceffsergey@mail.ru

Введение

Актуальность исследования определяется началом строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСЖМ-1) «Две столицы», в зоне тяготения которой проживает 25 млн человек и которая планируется к открытию в 2028 г. Крейсерская скорость на маршруте составит 360 км/ч, интервал движения до 15 мин, а время в пути между Москвой и Санкт-Петербургом без промежуточных остановок — 2 часа 15 мин. На маршруте предусмотрено девять остановок в транспортной доступности от малых городов и населенных пунктов. Это способно придать мощный импульс их развитию, частично включить в зону маятниковой миграции двух столиц и теоретически привлечь в них новых жителей за счет лучших экологических условий и доступного жилья (малые города межагломерационной территории рассматриваются как важный ресурс ее развития [4]). Ключевое условие для этого — обновление инженерной и социальной инфраструктуры, создание современной городской среды.

Чтобы обеспечить максимальную среднюю скорость на маршруте и минимальное время в пути, при этом — безопасность (ударная волна, шумовое и пылевое загрязнение), станции ВСМ будут размещаться за пределами крупных населенных пунктов. Любое торможение и ускорение высокоскоростного поезда — это потеря времени на маршруте. На части станций поезда ВСМ будут следовать без остановок (там в «шахматном порядке» будут останавливаться следующие, как это делается сейчас с «Сапсанами»). Поэтому для обеспечения проезда таких станций на высокой скорости их размещают практически «в чистом поле», но обязательно рядом с транспортными развязками. Так, станции «Логовежь» и «Садва» будут вблизи трассы М-11, рядом с обходами Торжка и Вышнего Волочка соответственно. А станция «Выползово» — в районе пересечения ВСМ с существующим направлением железной дороги «Бологое — Валдай». Станции «Новая Тверь» и «Великий Новгород» будут строиться рядом с объездными автодорогами, минуя центры этих городов.

Таблица 1. Сравнительные характеристики станций ВСЖМ-1 «Две столицы»

Станция ВСМ	Расстояние/время в пути	Местоположение	Пассажировместимость станции согласно проекту, чел.	Число пар поездов/сутки	Население в ближайшей зоне тяготения (16 км)
Москва-Ленинградский			7 700	177	
Рижская	Техническая				
Петровско-Разумовская					
Зеленоград-Крюково					
Высоково		«В поле» (6 км до Клина и 5 км от Высоковска)	200	104	100 тыс. (Клин — Высоковск)
Новая Тверь	171 км/39 мин до МСК	На периферии (3,5 км до Южного обхода Твери, 7 км до центра)	2 800	96	413 тыс.
Логовежь	227 км/58 мин до МСК	«В поле» (8 км от Торжка, в 22 км от Лихославля)	150	96	52 тыс. (Торжок — Лихославль)
Садва		«В поле» (26 км до В. Волочка)	100	104	46 тыс. (Вышний Волочок)
Выползово		«В поле» (11 км до Бологое)	150	104	30 тыс. (ЗАТО Озерный — Бологое)
Валдай		«В поле» (3,5 км до Угловки, 28 км до Валдая, по 32 км до Боровичи и Окуловки)	н/д	104	74 тыс. (Угловка, Окуловка, Боровичи, Валдай)
Горки-2	Техническая				
Великий Новгород	557 км/2 ч до МСК и 152 км/29 мин до СПб	На периферии (23 км до центра, 5 км до трассы М-11)	2 500	96	222 тыс.
Жаровская		«В поле» (15 км до Тосно)	50	104	32 тыс. (Тосно)
Южный (Обухово-2)		Техническая			
Санкт-Петербург			11 000	240	

Задача данного исследования — проанализировать зарубежный опыт строительства ВСМ (прежде всего, европейский) и ответить на вопрос, каким образом там решали вопрос обеспечения транспортной доступности населенных пунктов, входящих в ближнюю (16 км) и среднюю зону тяготения (35 км) станций ВСМ [2]. При этом перспективные виды высокоскоростных транспортных средств, прежде всего, воздушные такси eVTOL (электрические, вертикальный взлет и посадка), пока не используются. Они оптимизированы под короткие челночные перелеты небольших групп пассажиров на средние дистанции (30–80 км) и концептуально дополняют ВСМ. Но пока eVTOL еще не интегрированы в ВСМ, пилотные зоны eVTOL в мире на рубеже 2025–2026 гг. начнутся с появления, прежде всего, в аэропортах.

Другой задачей сравнительного исследования является анализ последствий появления станций ВСМ для локальной системы расселения,

пространственного и социально-экономического развития малых населенных пунктов вокруг нее: какие городские функции там в итоге усилились/появились/сократились, какие градостроительные задачи решались.

Методология работы

Для анализа были взяты семь кейсов — станций ВСМ Франции и Испании в малых городах. Как наиболее близкие концепции большинства станций российского проекта, интересны были, прежде всего, станции двух типов — периферийного расположения (на окраине города) и между несколькими населенными пунктами («в чистом поле»). Еще один фильтр для отбора кейсов — небольшой пассажиропоток, так как проект ВСЖМ-1 «Две столицы» предусматривает небольшую пассажировместимость промежуточных станций: Жаровская (50 чел.), Высоково (200 чел.), Выползово и Логовежь (по 150 чел.), Садва (100 чел.). Косвенно это сви-

детельствует и о прогнозируемом низком пассажиропотоке. Для сравнения, пассажировместимость станции «Новая Тверь», согласно проекту ВСМ, будет 2 800 человек, станции ВСМ возле Великого Новгорода — 2 500¹. Это соответствует европейской практике, когда жители населенных пунктов в пределах часовой доступности по ВСМ от столиц/крупнейших городов становятся частью агломерации и начинают участвовать в маятниковой миграции. В случае ВСМ «Две столицы» увеличение транспортной связности крупных и малых населенных пунктов вдоль нее приведет к срастанию городских агломераций и образованию меж-

1 Материалы по обоснованию внесения изменений в схему территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения в части строительства высокоскоростной (специализированная) пассажирской железной линии «Москва — Санкт-Петербург». URL: https://figstp.economy.gov.ru/doc.php?show_document=true&uin=0002020101202103221.

Таблица 2. Сравнение ключевых параметров кейсов станций ВСМ и эффекта на пространственное развитие окружающей территории

Станция ВСМ	Население	Расстояние / время в пути	Положение станции	Пассажи-ров / сутки	Транспортная доступность	Эффект
Сьюдад-Реаль, Испания	52 тыс. человек	200 км / 51 мин до Мадрида	Периферия (1,25 км до центра)	2000	Пешеходная	Рост населения на >30%, маятниковая миграция, усиление образовательных, сервисных и бизнес-функций
Толедо, Испания	84 тыс.	74 км / 30 мин до Мадрида	Периферия (1,5 км до центра)	1700	Пешеходная	Успех. Маятниковая миграция (50% пассажиров) + рост туризма (30%)
Сеговия-Гиомар, Испания	52 тыс.	85 км / 28 мин до Мадрида	Периферия (5,3 км от центра)	700	Автобус / авто	Массивный жилой комплекс не был построен из-за кризиса 2008 г., бизнес-парк рядом относительно успешен
Вандом, Франция	22 тыс.	178 км / 42 мин до Парижа	Периферия (5 км от центра)	920	Автобусы до центра / авто	Слабое развитие технопарка Bois de l'Oratoire, но рост населения как спального пригорода Парижа
Макон-Лож, Франция	34,5 тыс.	340 км / 1 ч 35 мин до Парижа, 24 мин (Лион)	Периферия (7 км от Макона)	1370	Личные автомобили	Успешный проект, два индустриальных и бизнес-парка вокруг
Гвадалахара-Абес, Испания	69 тыс.	51 км (20 мин)	Периферия (5,6 км от Гвадалахары)	200	Личные автомобили	Новый город Вальделуз на 30 тыс. жителей не был построен из-за кризиса
Валанс, Франция	65 тыс.	481 км / 2 ч 11 мин до Парижа, 30 мин (Лион)	«В поле» (10 км до Валанса, 9 км до Романсюр-Изер)	н/д	Региональные поезда и автобусы / авто	Успешное развитие центра деловой активности у станции, рост населения ближайшей коммуны
Ле-Крёзо-Моншани, Франция	58 тыс. (совокупно)	282 км / 1 ч 18 мин до Парижа, 40 мин (Лион)	«В поле» (8 км от Ле-Крёзо, в 26 км от Монсо-Майнс)	700	Личные авто	Старопромышленный регион не ожил, отток населения продолжился, умеренное развитие логистического парка рядом
Лорен (Лотарингия), Франция	225 тыс. (регион)	248 км / 1 ч 10 мин до Парижа, 38 мин Страсбург	«В поле» (27 км от Меца, 37 км от Нанси)	н/д	Шаттлы / региональные автобусы / автомобили	Хотели закрыть из-за не востребо-ванности населением / бизнесом, спасла близость к региональному аэропорту и общественному транспорту
Рекена-Утьель, Испания	60 тыс.	240 км / 1,5 ч до Мадрида, 25 мин до Валенсии	«В поле» (6,5 км от Рекена, 10 км от Утьель)	50	Личные автомобили	Не оказала эффекта, сельская местность
Антекера-Санта-Ана, Испания	41,3 тыс.	382 км / 2 ч 21 мин до Мадрида, 21 мин (Малага)	В поле» (19 км от Антекеры)	350	Личные автомобили	Не оказала эффекта, сельская местность

столичного мегалополиса [2], новой формы расселения, появление которой предсказано еще В. В. Владимировым и Н. И. Наймарком [1].

Так как нас интересуют возможности ВСМ для ревитализации малых городов между двумя столичными агломерациями (см. Таблицу 1), то кейсы строительства станций ВСМ в крупных городах, наиболее изученные, сознательно отсекались. Это осложнило сравнительный анализ, но позволило подобрать наиболее релевантные кейсы отечественному проекту для прогнозирования последствий в локальных системах расселения на основе малых городов и населенных пунктов. Это соответствует второму целевому сегменту ВСМ во всем мире — поездки продолжительностью 1,5–2,5 часа с деловыми и туристическими целями с возможностью вернуться обратно в тот же день [13].

Результаты исследования

В Таблице 2 приведены характеристики 10 кейсов. Ниже подробно рассмотрены пять из них: для трех станций ВСМ

с периферийным положением (одна из них с пешеходной доступностью до центра города) и двух станций, размещенных «в поле», между населенными пунктами.

Сьюдад-Реаль, Испания (периферийное)

Сьюдад-Реаль (Ciudad Real, население 52 тыс. человек) с соседним Пуэртольяно (Puertollano, 51 тыс. человек) стали первыми двумя малыми городами Испании, через которые в 1992 г. прошла ВСМ «Мадрид — Севилья». До этого город в 200 км к юго-западу от Мадрида не имел со столицей прямой железнодорожной связи. Строительство станции поездов AVE позволило добраться до центра Мадрида за 51 мин. Радикальное улучшение транспортной доступности привлекло в город новых жителей близлежащих муниципалитетов и из самого Мадрида (пассажиропоток оценивается на уровне 2000 человек/сутки). К 2008 г. среди пассажиров, ежедневно совершающих маятниковые поездки на работу, 39% не были жителями провинции Сьюдад-Реаль [17]. В итоге население города за 20 лет выросло на 31,5%, до 75 тыс. Для этого RENFE увеличил число поездов ВСМ, курсирующих между Мадридом и Сью-

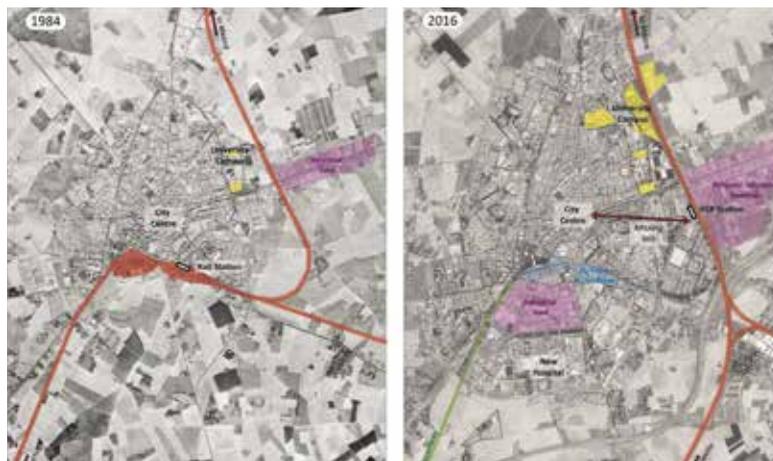


Иллюстрация 1. Сюдад-Реаль до и после строительства станции ВСМ. Испания [9]

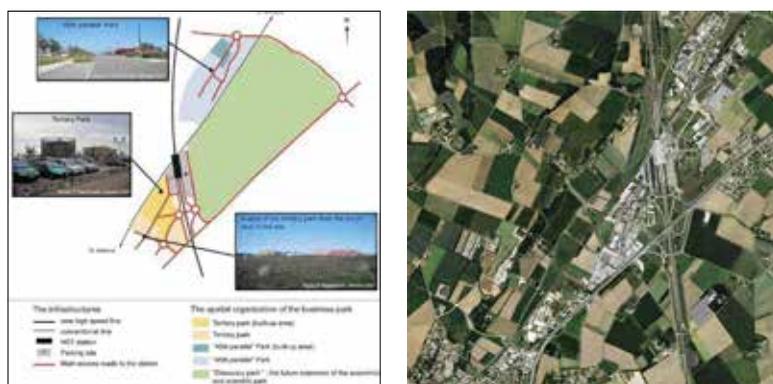


Иллюстрация 2. Общий план строительства бизнес-парка Rovaltain вокруг станции TGV Rhône-Alpes Sud в Валансе [10] и текущее положение. Источник: Google-maps

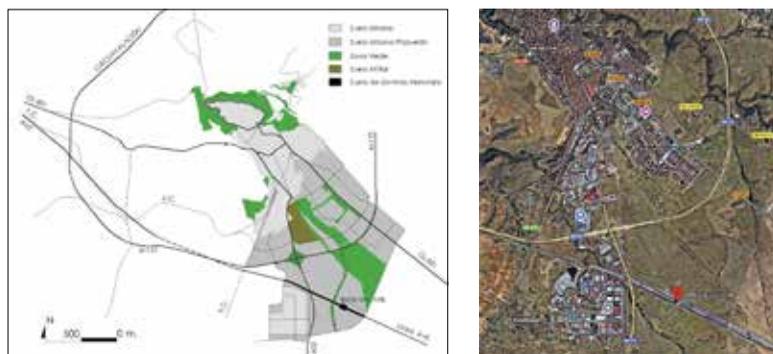


Иллюстрация 3. Изменения в стратегическом плане Сеговии для застройки территории вокруг станции ВСМ (темно-серый). Реализовать их не удалось [8]

дад-Реаль с соседним Пуэртольяно, с 18 до 47 пар к 2005 г. По данным М. Гармендия и соавт. [11], стоимость квадратного метра жилплощади выросла с 500 евро в 1992 г. до 900 евро к 2002 г. При этом ВСМ не повлияла на развитие соседнего города Пуэртольяно (44 км южнее по той же линии), специализирующегося на нефтепереработке, население которого сократилось к 2024 г. на 6 тыс. человек (до 45 тыс.). Это произошло не в последнюю очередь за счет переселения людей в Сюдад-Реаль, где усилились образовательные, сервисные и бизнес-функции.

Станция ВСМ построена на окраине Сюдад-Реаль, но с пешеходной доступностью до центра. На станцию перевели и все обычные поезда со старого железнодорожного вокзала. Проект редевелопмента [9] на месте его обширного путевого хозяйства в центре города позволил построить 1 000 единиц жилья с социальной инфраструктурой. Вместо железнодорожных путей разбили линейный парк, что открыло для развития всю территорию к югу, связав с центральной частью города. В новом районе появились жилые кварталы, большой госпитальный комплекс и промыш-

ленный кластер. В непосредственной близости от станции ВСМ также было построено жилье, а на другой стороне — расширена территория бизнес-кластера, в основном склады и оптовая торговля. Севернее на прилегающих территориях расширился студенческий кампус с бизнес-парком (Иллюстрация 1).

Valence, Франция («в поле»)

Новая станция TGV Rhône-Alpes Sud линии «Париж — Лион — Марсель» (до Парижа 2 ч 11 мин) располагается примерно посередине между городами Валанс (65 тыс. жителей, 10 км до центра) и Роман-Сюр-Изер (33,5 тыс., 8,5 км). Это позволило магистральным поездам ВСМ проезжать города на полной скорости. Станция TGV Rhône-Alpes Sud двухуровневая, с верхнего уходят обычные региональные поезда TER линии на Гренобль. Их конечная станция — центральный железнодорожный вокзал в Валансе, который сохранили для пригородного и регионального сообщения [10]. Железнодорожная связь с центром напрямую отразилась на удобстве сообщения, хотя расписание прибытия региональных поездов и TGV совпадает не всегда. Для решения проблемы транспортной доступности муниципалитет сделал у TGV Rhône-Alpes Sud остановку региональных автобусов.

При размещении станции ВСМ на окраине Валанса предполагалось создать вокруг нее крупный центр деловой активности Rovaltain. Несмотря на то, что управляющей компании не удалось реализовать амбициозный проект полностью, он состоялся. На 2023 г. в нем построено 120 тыс. м² офисных площадей, привлечено 150 компаний на 2 800 рабочих мест. На территории построены отель, рестораны, почта, детский сад и другие объекты социальной инфраструктуры. Жилья в проекте освоения территории вокруг станции ВСМ не предполагалось, но население близлежащей коммуны Saint-Marcelles-Valence, вдоль которой формируется коридор развития к Валансу, выросло примерно на треть — с 4,1 до 6,3 тыс. человек к 2019 г.

Segovia-Guiomar, Испания (периферийное)

Станция Сеговия-Гиомар AVE располагается на полпути между Мадридом и Вальядолидом в 85 км от столицы, в 5,3 км от центра города Сеговии (52,2 тыс.). До Мадрида высокоскоростной поезд AVE добирается за 28 мин, что сделало город частью маятниковой миграции агломерации. Как отмечает [12], половина пассажиров использовали

станцию для ежедневных поездок туда на работу. Изначально предполагалось внести изменения в стратегический план города для строительства между станцией и городом крупного жилого массива на 18 тыс. квартир с сопутствующей инженерной и социальной инфраструктурой. Это бы практически удвоило жилой фонд Сеговии с его 21 тыс. квартир. Но мировой экономический кризис 2008 г. сильно ударил по рынку недвижимости Испании, и проект так и не реализован [8].

Тем не менее в непосредственной близости от станции удалось построить Hontoria Industrial Park. К станции построили новую дорогу и автобусный маршрут (20 мин до центра), но с обычным железнодорожным вокзалом в центре города не связали, что понизило пассажиропоток (700 человек на 2016 г.). Согласно исследованию [16], зона транспортного обслуживания станции (*catchment area*) простирается примерно на 62 км, тем не менее на зону ближайшего обслуживания радиусом 16 км приходится 80% пассажиропотока.

Ле-Крёзо-Моншани, Франция («в поле»)

Станция Ле-Крёзо-Моншани (Le Creusot-Montchanin) на линии ВСМ «Париж — Лион» открыта в 1981 г. Она располагается в «чистом поле» (*gares du desert или gares-betterave*) в 8 км от города Ле-Крёзо (32 тыс. человек) и в 26 км от Монсо-ле-Мин (26 тыс. человек), в непосредственной близости от коммуны Моншани с населением 5 тыс. человек. Предполагалось, что строительство станции ВСМ и рост транспортной доступности (до Парижа 1 ч 18 мин, до Лиона 40 мин) оживит старопромышленный регион (шахты и металлургия). Этого не произошло, вместо прогнозируемого пассажиропотока в 1 млн человек/год в 2014 г. он не превышал 250 тыс. [15]. Проект промышленного Coriolis TGV Business park реализован лишь частично — через 25 лет в нем было только 34 компании на 650 рабочих мест (занято 48 га из проектных 118). Ситуацию удалось несколько улучшить только после объединения усилий муниципалитетов, вложивших 5 млн евро в модернизацию кластера. В результате в 2018 г. ритейлер Lidl открыл здесь крупный логистический центр на 60 тыс. м² и 220 сотрудников. Несмотря на это, экономический эффект от строительства станции ВСМ оказался ниже расчетного.

Неудачный пример Ле-Крёзо показывает, что строительства одной

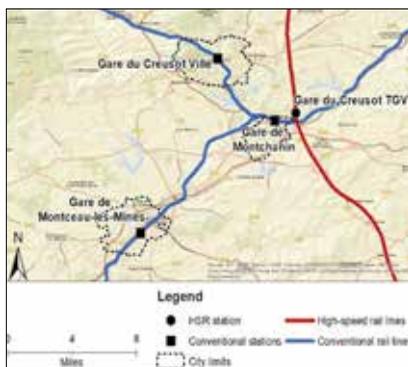


Иллюстрация 4. План расположения станции Le Creusot-Montchanin [14] и текущее положение. Источник: Google-maps



Иллюстрация 5. План строительства нового города у станции Гвадалахара-Абес [8]. Фактическое положение дел на 2024 г. Источник: Google-maps



лишь станции ВСМ недостаточно, чтобы остановить упадок окружающей территории. При этом сначала муниципалитеты предпочли сохранить свои собственные промышленные площадки, опасаясь конкуренции как со стороны соседей, так и со стороны нового пристанционного кластера. В итоге проиграла все, станция ВСМ не смогла остановить бегство населения из региона. К 2017 г. население Ле-Крёзо сократилось до 21 тыс., Монсо-ле-Мин — до 18,4 тыс., Шалон-Сюр-Сон — до 45 тыс. человек соответственно. Вторая очевидная причина — транспортная недоступность. Ле-Крёзо-Моншани — классический пример реализации концепции park & ride, что обусловлено близостью к национальному шоссе N70/80. Сначала со станции до окружающих муниципалитетов ходили автобусы-шаттлы, но из-за слабого пассажиропотока частоту их рейсов снизили. В результате сегодня 80% пассажиров добираются на станцию на личных автомобилях [6]. Аналогичные проблемы испытывают и другие размещенные «в поле» между населенными пунктами станции (Макон-Лош, Верхняя Пикардия, Маас, Лотарингия, Экс-ан-Прованс). При строительстве станций следующих линий проектировщики учитывали этот негативный опыт [10].

Гвадалахара-Абес, Испания («в поле»)

Станция ВСМ Гвадалахара-Абес (Guadalajara-Yebes) располагается в 51 км от Мадрида на линии ВСМ до Барселоны и входит в зону маятниковой миграции столицы. Она была открыта в 2003 г. на территории небольшого муниципалитета Абес в 5,6 км от г. Гвадалахара (69 тыс. жителей). Возле станции планировалось построить новый город Сюдад-Вальделуз на 30 тыс. жителей [5]. Благодаря росту транспортной доступности (20 мин до Мадрида) девелопер рассчитывал сделать из него новый спальный пригород столицы. Однако экономический кризис 2008 г. перечеркнул эти планы. Проект Вальделуз был застроен примерно на десятую часть, в 2019 г. в нем проживало 2316 человек (75% населения муниципалитета Абес) [7]. До начала кризиса девелопер успел построить там гольф-клуб, школу и поликлинику. Власти муниципалитета пытаются улучшить положение дел с обеспечением жителей базовыми услугами и сервисам, как и привлечь на территорию вокруг станции промышленные и сервисные компании для замещения неудавшегося девелоперского проекта. Вместе с тем автобусных маршрутов до Гвадалахары нет, как и железнодорожной связи с центральным вокзалом города, че-

рез который проходит много обычных поездов. Все это объясняет малый пассажиропоток на станции, на уровне 200 человек/сутки (2016 г.).

Обсуждение

Ожидания всплеска экономической активности после строительства станций ВСМ первого поколения (1980-е гг.) практически нигде не оправдались, а развитие бизнес-парков вокруг них во Франции шло медленно. В Испании был сделан акцент на жилищное строительство, что привело к печальным результатам после мирового финансового кризиса 2008 г. При этом муниципалитеты, конкурируя между собой за относительно простые станции ВСМ (в Испании стоимость их строительства в отдельных случаях составляла менее 12 млн евро), были удовлетворены самим фактом их размещения, пусть и на окраине городов, на значительном удалении от центра. Транспортной доступности, а также удобству пассажиров уделялось меньшее внимание, чем усилиям привлечь бизнес вокруг.

В основном станции ВСМ первого поколения реализованы в концепции park & ride «в чистом поле» между конкурирующими муниципалитетами, что особенно характерно для Франции (Лотарингия или Макон-Лож). При проектировании станций на линиях ВСМ второго поколения эти ошибки старались учесть. И только при объединении усилий соседних муниципалитетов удавалось привлечь бизнес и пристанционные кластеры, а также организовывать стыковки с региональными автобусными и железнодорожными маршрутами, что напрямую влияло на рост пассажиропотока. Вместе с тем на него напрямую влияет и само качество железнодорожного сервиса, а именно число пар высокоскоростных поездов в сутки, время в пути, стоимость билетов с возможностью их оптимизации за счет введения месячных проездных и субсидий. Там, где это не было сделано, пассажиропоток находится на минимальном уровне (Антекера-Санта-Ана и Рекена-Утьель в сельских провинциях Испании).

В сравнительном исследовании рассматривались станции ВСМ в двух зонах транспортной доступности: время поездки в пределах одного часа и входящие в зону маятниковой миграции столичных агломераций/крупнейших городов; время поездки 1,5–2,5 часа для деловых/профессиональных целей и туризма с возможностью вернуться обратно в тот же день. Для двух типов станций характерен разный уровень пассажиропотока. Для первого типа в случае размещения станции ВСМ в пешей доступности от центра (Сьюдад-Реаль и Толедо) удалось достичь пассажиропоток на уровне 2000 человек в сутки. Там, где это не удалось сделать, даже в случае обеспечения сильной транспортной автобусной и железнодорожной связности отдаленной станции ВСМ от центра, город оказался исключенным из зоны влияния ближайшей агломерации. Что сказалось и на уровне пассажиропотока — 700–900 человек/сутки (Сеговия, Вандом).

На станциях ВСМ второй зоны доступности (время поездки 1,5–2,5 часа) уровень пассажиропотока зависел от успеха реализации бизнес-парков вокруг них. Там, где муниципалитеты объединяли усилия, в том числе и обеспечивая совместные региональные автобусные и железнодорожные пересадочные маршруты для удобства пассажиров, а также различные субсидии и льготы для бизнеса, удалось достичь сравнительного успеха (Макон-Лож, Валанс) и выйти на сравнимый уровень пассажиропотока (1000 человек/сутки) даже с учетом завышенных надежд, которые возлагались на ВСМ в самом начале их строительства в 1980-х гг.

Заключение

При станциях ВСМ, размещенных на периферии городов, наблюдается наиболее заметное развитие неосвоенной ранее территории. В случае, когда удавалось привлечь бизнес, в том числе ростом транспортной доступности до национальных столиц и интеграцией с региональным транспортом (Валанс), новый коридор развития заполнялся бизнес-функциями — логистика, офисы, промышленность, сервисы.

Рекомендуется предпринять следующие действия [3]: сформировать градостроительную программу с учетом интересов всех заинтересованных сторон; учредить дирекцию, партнерство или другую форму субъекта управления для реализации планов консолидированной инвестиционной платформы участников программы; разработать и согласовать локальный план градостроительного развития или эскизный проект застройки, определяющий условия интеграции строительства с окружающей территорией; разработать и утвердить систему требований к функционально-планировочной и архитектурной организации городской среды в виде Локальных градостроительных рекомендаций.

Новое строительство следует начинать с организации дополнительных благоприятных условий для местного населения: создания рабочих мест, строительства общественных зданий и мест отдыха, благоустройства территории. Оптимальным является размещение станции на периферии города, но в пешей доступности от его центра. Там, где это невозможно, транспортная интеграция общественным транспортом с региональной сетью маршрутов и национальными транспортными коридорами становится критической для успеха всего проекта. В исключительных случаях это удавалось и станциям, размещенным «в чистом поле» (Ле-Крёзо-Моншани и Макон-Лож).

Интересно, что ставка на развитие жилой функции работала только до мирового финансового кризиса 2008 г. Девелоперский проект ревитализации центра Сьюдад-Реаля после выноса оттуда железнодорожной станции на окраину реализовали в 1990-е гг. В иже город, несмотря на значительное расстояние до Мадрида (200 км), оказался в зоне его маятниковой миграции. Там усилились не только жилые, но и образовательные, сервисные и бизнес-функции. В то же время в случае Сеговии и Гвадалахары-Абеса крупные жилые массивы вокруг станций ВСМ уже не были построены из-за схлопывания пузыря на рынке недвижимости Испании. И если Сеговия, благодаря своей туристической и архитектурной ценности, смогла частично адаптироваться, то Абес превратился в город-призрак. Интересно также, что муниципалитет Вандома при запуске ВСМ делал ставку как на технопарк рядом, так и на развитие жилой функции — предполагалось привлечь до 20 тыс. новых жителей, — чтобы связать периферию и центр единой городской средой. Тем не менее и здесь жилищное строительство не началось, а технопарк заполнен на 10%. Во время пандемии COVID-19 в город хлынули парижане, что из-за недостатка жилой площади вызвало резкий подъем цен на недвижимость.

Одного строительства станции ВСМ в регионе оказывается недостаточно для его ревитализации, а население малых городов и населенных пунктов продолжает уходить. Важно не только учитывать социально-экономический контекст и специфику окружающей территории, оценивать возможности (к примеру, к покупке билетов на ВСМ) и потребности населения и бизнеса, но и объединять усилия окружающих муниципалитетов.

Европейский опыт говорит о том, что 60–70% пассажиропотока станций ВСМ рассредоточивается по ближ-

ней зоне тяготения в радиусе 16 км, остальное рассеивается по средней зоне в радиусе 35 км. Такое распределение обусловлено, прежде всего, транспортной доступностью и возможностями текущих видов транспорта — а именно психологическим порогом времени 30 мин, которое пассажир готов тратить на дорогу от станции ВСМ к дому. Соответственно, расширение средней зоны тяготения — наиболее логичный кейс для интеграции на станции ВСМ «Две столицы» воздушных такси eVTOL. За те же полчаса они способны преодолеть расстояние до 100 км. Отдельным вопросом здесь является доступность таких воздушных такси для жителей малых городов, и ответить на него еще предстоит.

Список использованной литературы

- [1] Владимиров В. В., Наймарк Н. И. Проблемы развития теории расселения в России. — М.: Эдиториал УРСС, 2002. — 376 с.
- [2] Зиятдинов Т. З. Крупные городские агломерации: проблемы градостроительного планирования: автореф. дис. ... арх.: 2.1.13. — М., 2024. — 33 с.
- [3] Крашенинников А. В. Градостроительное развитие в зоне влияния высотных комплексов // Архитектурный вестник. — 2005. — № 3 (84). — С. 112–121: [сайт] — URL: <https://archvestnik.ru/wp-content/uploads/old2/2053%20suetin%20krash%20112-123.pdf> (дата обращения: 12.12.2024).
- [4] Пекшин Д. Р. Мегагломерационные территории макрорегиона «Москва — Санкт-Петербург»: барьеры и перспективы развития // Architecture and Modern Information Technologies. — 2021. — № 2 (55). — С. 254–263: [сайт] — URL: https://marhi.ru/АМИТ/2021/2kvart21/PDF/18_pekshin.pdf (дата обращения: 12.12.2024).
- [5] Bellet C. Peripheral High-Speed Rail Stations in Spain // The Open Transportation Journal. — April. — 2016. — № 10. — P. 45–56. — DOI: 10.2174/1874447801610010045.
- [6] Carrouet G., Berion P., Facchinetti-Mannone V. Potentiel intermodal et pratiques de rabattement des voyageurs de gares TGV ex-urbanisées (transl. Intermodal potential and travelers intermodal practices from peripheral HSR stations) // Laboratoire ThéMA, UMR 6049. — June. — 2012: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/281250546_Potentiel_intermodal_et_pratiques_de_rabattement_des_voyageurs_de_gares_TGV_ex-urbanisees (дата обращения: 12.12.2024).
- [7] Sañizares M.-C., Rodríguez-Domémech M.-Á. «Ciudades fantasma» en el entorno del Área Metropolitana de Madrid (España). Un análisis de la Región de Castilla-La Mancha // EURE (Santiago). — Vol. 46. — № 139. — Santiago set. — 2020. — P. 209–231: [сайт] — URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612020000300209> (дата обращения: 12.12.2024).
- [8] Casellas A. High-speed train integration in the urban fabric. The case of Segovia-Guiomar // Anales de Geografía. — 2010. — Vol. 30. — № 1. — P. 11–28: [сайт] — URL: https://www.academia.edu/123334015/High_speed_train_integration_in_the_urban_fabric_The_case_of_Segovia_Guiomar (дата обращения: 12.12.2024).
- [9] Coronado J., De Ureña J., Miralles García J.-L. Short- and long-term population and project implications of high-speed rail for served cities: analysis of all served Spanish cities and re-evaluation of Ciudad Real and Puertollano. European Planning Studies. — Vol. 27. — 2019. — Iss. 3: Spatial Implications and Planning Criteria for High-speed Rail Cities and Regions. — Apr. — 2018. — P. 434–460: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1562652> (дата обращения: 12.12.2024).
- [10] Facchinetti-Mannone V. Location of high-speed rail stations in French medium-size city and their mobility and territorial implications // HAL archives-ouvertes.fr. — June. — 2009. — 19 p.: [сайт] — URL: <https://hal.science/hal-00767226/document> (дата обращения: 12.12.2024).
- [11] Garmendia M., Urena J.-M. de, Ribalaygua C., Leal J. Urban Residential Development in Isolated Small Cities That Are Partially Integrated in Metropolitan Areas by High Speed Train // European Urban and Regional Studies. — Geography, Engineering. — July. — 2008. — № 15 (3). — P. 249–264. — DOI: 10.1177/0969776408090415.
- [12] Garmendia M., Avila Serrano V.-R. de, Urena J., Coronado J.-M. High-Speed Rail Opportunities around Metropolitan Regions: Madrid and London // J. of Infrastructure Systems. — December. — 2012. — № 18 (4). — P. 305–313: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/263851488_High-Speed_Rail_Opportunities_around_Metropolitan_Regions_Madrid_and_London (дата обращения: 12.12.2024).
- [13] Harmon R. High speed trains and the development and regeneration of cities // Greengauge 21. — London. — June. — 2006. — 24 p.: [сайт] — URL: <https://www.greengauge21.net/wp-content/uploads/hsr-regeneration-of-cities.pdf> (дата обращения: 12.12.2024).
- [14] Loukaitou-Sideris A., Circella G., Lecompte M.-C. et al. Lessons Learned from Abroad: Potential Influence of California High-Speed Rail on Economic Development, Land Use Patterns, and Future Growth of Cities. — Final Report (September 2021 – August 2023). — April. — 2024. — 131 p. — DOI: 10.7922/G2Q23XMW.
- [15] Ortuño-Padilla A., Bautista-Rodríguez D., Fernández-Aracil P., Libourel E. High-speed train territorial impact in French and Spanish medium cities with stations located in the outskirts // Transport Research Arena. — Geography, Engineering, Economics. — April. — 2014. — 10 p.: [сайт] — URL: <https://enpc.hal.science/hal-01226784/document> (дата обращения: 12.12.2024).
- [16] Sanchez-Mateos H.-M., Moyano A., Coronado J.-M., Garmendia M. Catchment areas of high-speed rail stations: A model based on spatial analysis using ridership surveys // European Journal of Transport and Infrastructure Research. — February. — 2016. — № 16 (2). — P. 364–384. — DOI: 10.18757/ejtr.2016.16.2.3143.
- [17] Yin M., Bertolini L., Duan J. The Effects of the High-Speed Railway on Urban Development: International Experience and Potential Implications for China // Progress in Planning. — Vol. 98. — May. — 2015. — P. 1–52. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.11.001>.

References

- [1] Vladimirov V. V., Najmark N. I. Problemy razvitiya teorii rasseleniya v Rossii. — М.: Editorial URSS, 2002. — 376 s.
- [2] Ziyatdinov T. Z. Krupnye gorodskie aglomeracii: problemy gradostroitel'nogo planirovaniya: avtoref. dis. ... arh.: 2.1.13. — М., 2024. — 33 s.
- [3] Krasheninnikov A. V. Gradostroitel'noe razvitie v zone vliyaniya vysotnykh kompleksov // Arhitekturnyj vestnik. — 2005. — № 3 (84). —

- S. 112–121: [sajt] — URL: <https://archvestnik.ru/wp-content/uploads/old2/2053%20suetin%20krash%20112-123.pdf> (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [4] Pekshin D.R. Mezhhglomeracionnye territorii makroregiona «Moskva – Sankt-Peterburg»: bar'ery i perspektivy razvitiya // *Architecture and Modern Information Technologies*. — 2021. — № 2 (55). — S. 254–263: [sajt] — URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/18_pekshin.pdf (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [5] Bellet C. Peripheral High-Speed Rail Stations in Spain // *The Open Transportation Journal*. — April. — 2016. — № 10. — P. 45–56. — DOI: 10.2174/1874447801610010045.
- [6] Carrouet G., Berion P., Facchinetti-Mannone V. Potentiel intermodal et pratiques de rabattement des voyageurs de gares TGV ex-urbanisées (transl. Intermodal potential and travelers intermodal practices from peripheral HSR stations) // *Laboratoire Théma, UMR 6049*. — June. — 2012: [sajt] — URL: https://www.researchgate.net/publication/281250546_Potentiel_intermodal_et_pratiques_de_rabattement_des_voyageurs_de_gares_TGV_ex-urbanisees (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [7] Cañizares M.-C., Rodríguez-Domémech M.-Á. «Ciudades fantasma» en el entorno del Área Metropolitana de Madrid (España). Un análisis de la Región de Castilla-La Mancha // *EURE (Santiago)*. — Vol. 46. — № 139. — Santiago set. — 2020. — P. 209–231: [sajt] — URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612020000300209> (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [8] Casellas A. High-speed train integration in the urban fabric. The case of Segovia-Guiomar // *Anales de Geografía*. — 2010. — Vol. 30. — № 1. — P. 11–28: [sajt] — URL: https://www.academia.edu/123334015/High_speed_train_integration_in_the_urban_fabric_The_case_of_Segovia_Guiomar (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [9] Coronado J., De Ureña J., Miralles García J.-L. Short-and long-term population and project implications of high-speed rail for served cities: analysis of all served Spanish cities and re-evaluation of Ciudad Real and Puertollano. *European Planning Studies*. — Vol. 27. — 2019. — Iss. 3: Spatial Implications and Planning Criteria for High-speed Rail Cities and Regions. — Apr. — 2018. — P. 434–460: [sajt] — URL: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1562652> (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [10] Facchinetti-Mannone V. Location of high-speed rail stations in French medium-size city and their mobility and territorial implications // *HAL archives-ouvertes.fr*. — June. — 2009. — 19 p.: [sajt] — URL: <https://hal.science/hal-00767226/document> (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [11] Garmendia M., Urena J.-M. de, Ribalaygua C., Leal J. Urban Residential Development in Isolated Small Cities That Are Partially Integrated in Metropolitan Areas by High Speed Train // *European Urban and Regional Studies*. — *Geography, Engineering*. — July. — 2008. — № 15 (3). — P. 249–264. — DOI: 10.1177/0969776408090415.
- [12] Garmendia M., Avila Serrano V.-R. de, Urena J., Coronado J.-M. High-Speed Rail Opportunities around Metropolitan Regions: Madrid and London // *J. of Infrastructure Systems*. — December. — 2012. — № 18 (4). — P. 305–313: [sajt] — URL: https://www.researchgate.net/publication/263851488_High-Speed_Rail_Opportunities_around_Metropolitan_Regions_Madrid_and_London (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [13] Harmon R. High speed trains and the development and regeneration of cities // *Greengauge 21*. — London. — June. — 2006. — 24 p.: [sajt] — URL: <https://www.greengauge21.net/wp-content/uploads/hsr-regeneration-of-cities.pdf> (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [14] Loukaitou-Sideris A., Circella G., Lecompte M.-C. et al. Lessons Learned from Abroad: Potential Influence of California High-Speed Rail on Economic Development, Land Use Patterns, and Future Growth of Cities. — Final Report (September 2021 – August 2023). — April. — 2024. — 131 p. — DOI: 10.7922/G2Q23XMW.
- [15] Ortuño-Padilla A., Bautista-Rodríguez D., Fernández-Aracil P., Libourel E. High-speed train territorial impact in French and Spanish medium cities with stations located in the outskirts // *Transport Research Arena. — Geography, Engineering, Economics*. — April. — 2014. — 10 p.: [sajt] — URL: <https://enpc.hal.science/hal-01226784/document> (data obrashcheniya: 12.12.2024).
- [16] Sanchez-Mateos H.-M., Moyano A., Coronado J.-M., Garmendia M. Catchment areas of high-speed rail stations: A model based on spatial analysis using ridership surveys // *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. — February. — 2016. — № 16 (2). — P. 364–384. — DOI: 10.18757/ejtr.2016.16.2.3143.
- [17] Yin M., Bertolini L., Duan J. The Effects of the High-Speed Railway on Urban Development: International Experience and Potential Implications for China // *Progress in Planning*. — Vol. 98. — May. — 2015. — P. 1–52. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.11.001>.

Статья поступила в редакцию 19.03.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Крашенинников Алексей Валентинович

доктор архитектуры, профессор, Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ, Москва, Российская Федерация
e-mail: ud-marhi@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-8909-9358

Krasheninnikov Alexey V.

Doctor of Architecture, Professor, Moscow Architectural Institute (ASI-MAI-MARHI), Moscow, Russian Federation
e-mail: ud-marhi@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-8909-9358

Мальцев Сергей Станиславович

магистр 2 курса по направлению «Градостроительство», Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ, Москва, Российская Федерация
e-mail: malceffsergey@mail.ru

Maltsev Sergey S.

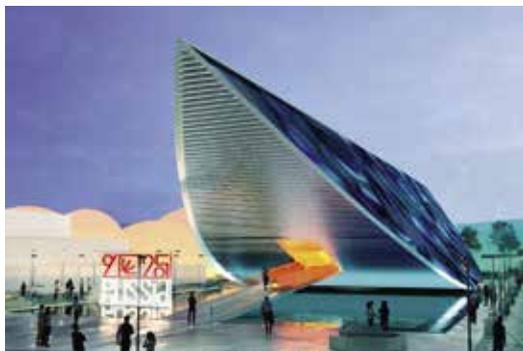
2nd grade, Master program in Urban planning, Moscow Architectural Institute (ASI-MAI-MARHI), Moscow, Russian Federation
e-mail: malceffsergey@mail.ru

Архитектура

ПАВИЛЬОН РОССИИ НА EXPO-2025

Архитектор Владимир Плоткин является автором павильона России на всемирной выставке EXPO-2025 в японском городе Осака, победившем в конкурсе проектов в 2022 году. Выставка пройдет с 13 апреля по 13 октября без участия Российской Федерации, однако объект является интересным архитектурным высказыванием, концентрирующим в себе проектные программы ближайшего времени и множество аллюзий. Образ павильона площадью 2,5 тыс. м² и длиной 91 м подсказан формой лодки, ковчега, идущего сквозь время. Внутри размещается амфитеатр с композицией «Дерево Времени», снаружи — небольшой бассейн. Конструкцию предполагалось сделать стальной, а сам павильон установить на железобетонной плите.

По материалам сайта archi.ru



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР, МИНСК



К празднику Победы в Минске в квартале «Северный берег» официально открыли Международный выставочный центр площадью 37 тыс. м². Его предшественник, центр «БелЭкспо» был демонтирован несколько лет назад, но его стилистика учитывалась в новом проекте. Здание напоминает летящего аиста, парящего над землей. Новый комплекс, оснащенный всем необходимым оборудованием и имеющий современную инфраструктуру, станет местом проведения в 2025 году Международного экономического форума

По материалам сайта realt.onliner.by

РЕКОНСТРУКЦИЯ МУЗЕЯ, АВСТРАЛИЯ



Музейный бум приводит к необходимости расширения площадей и благоустройства территорий вокруг музеев. В штате Новый Южный Уэльс в Австралии ведется реконструкция здания электростанции со 150-летней историей, позволяющего местному музею Ульtimo обновить свое пространство. Проект, разработанный компанией Durbach Block Jagers, начнут реализовать летом 2025 года. Новые залы, выполненные в соответствии с международными стандартами, позволят привлечь больше посетителей, а изменение места входа в музей приблизит его к общественному транспорту. Площадка между собственно музейным и промышленным зданиями превратится в небольшой внутренний двор с пешеходными дорожками и площадью.

По материалам сайта archdaily.com

Конструктивные особенности и строительные материалы жилых домов Черноземья XIX века

Работа исследует конструктивные элементы и строительные материалы, используемые при возведении жилых домов в городах Черноземья в XIX веке. Методы исследования включают: анализ литературных источников, статистических данных; сбор архивных исторических документов и фотоматериалов; проведение натурных обследований; сравнительно-типологический анализ архитектурных и конструктивных решений; обобщение и сопоставление данных. В результате работы выявлены основные конструктивные особенности жилых домов в разных районах Черноземья, используемые строительные материалы и технологии.

Ключевые слова: жилая архитектура, строительные материалы, конструктивные особенности, жилой дом, Черноземье.

Zhorkina D. G.

Design features and construction materials of residential buildings in the Chernozemye in the XIX century

The work is devoted to the study of structural elements and building materials used in the construction of residential buildings in the cities of the Chernozemye in the 19th century. The research methods include: analysis of literary sources, statistical data, collection of archival historical documents and photographs; conducting field surveys; comparative typological analysis of architectural and structural solutions; generalization and comparison of data. As a result of the work, the main structural features of residential buildings in different areas of the Chernozemye, the building materials and technologies used were identified.

Keywords: residential architecture, building materials, design features, residential building, Chernozemye.



**Жоркина
Дарья
Григорьевна**

аспирант 1 курса,
ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мос-
ковский государственный
строительный универси-
тет» (НИУ МГСУ), Москва,
Российская Федерация
e-mail: dzhorkina@mail.ru

Введение. Цель работы, задачи, объект и предмет исследования

Жилые дома — самая незащищенная часть объектов культурного наследия. Города Черноземья с каждым годом стремительно теряют образцы исторической жилой архитектуры, а вместе с этим лишаются своей самобытности. Статья анализирует проблему утраты исторической жилой архитектуры городов Черноземья.

Материалы исследования могут быть применены в дальнейшем в изучении архитектуры провинциальных городов, а также русского деревянного зодчества, в этом заключается теоретическая значимость работы.

Отсутствие должных исследований в области провинциальной жилой архитектуры может отрицательно повлиять на современную архитектурную практику, в том числе и на процессы реконструкции исторических центров городов Черноземья и реставрации исторических деревянных зданий. Исследование позволит это предотвратить, в этом заключается его практическая значимость. Помимо того, научные исследования, проведенные на основе городов Черноземья, могут способствовать развитию туризма и привлечению внимания к их богатому культурному наследию.

Цель работы — выявление и анализ конструктивных решений и строительных матери-

алов, применяемых при строительстве жилых домов в городах Черноземья в XIX в.

К задачам исследования относятся: анализ научных трудов, краеведческой и исторической литературы по теме исследования; фотофиксация сохранившихся объектов жилой архитектуры Черноземья XIX в.; систематизация и анализ статистических данных.

Объектом исследования являются индивидуальные жилые дома, построенные на территориях городов Черноземья в XIX в.

Предмет исследования: конструктивные особенности и строительные материалы жилых домов Черноземья.

Методология работы.

Обзор существующей литературы

по теме исследования. Новизна работы

В процессе работы автором были изучены архивные документы, фотографии и статистические данные по теме исследования, проведены натурные исследования и фотофиксация сохранившихся объектов исторической жилой архитектуры Черноземья, проанализирована научная и краеведческая литература по теме исследования.

Историческая жилая архитектура Черноземья мало изучена. Исследовательские работы на эту тему написаны Г. С. Гурьевым [6] на базе Воронежа и Т. Г. Михайленко [10; 13;

14] на базе объектов г. Курска. Деревянное зодчество приграничных территорий Черноземья описано в труде Л. Н. Чижиковой «Русско-украинское пограничье» [27].

Можно отметить публикации, где есть сведения о некоторых городских зданиях. К таковым относятся справочники-путеводители по районам г. Тамбова, написанные краеведами А. А. Гореловым и Ю. К. Щукиным [4], подробно описывающими историю каждого здания; о Тамбове написано множество краеведческих работ В. Н. Кученковой [9], Е. И. Юстовой [28]; о Мичуринске и Моршанске — М. А. Климковой [8]; о Воронеже — труды А. Н. Акиншина [2; 3; 24], П. А. Попова [3; 20; 21] и В. А. Митина [11; 12]. Однако этой информации явно недостаточно для того, чтобы составить комплексное, систематическое представление о деревянной архитектуре Черноземья для XIX в. В существующих работах часто отсутствуют сведения о технологии строительства, применявшихся конструктивных решениях, характерных для исследуемой территории. Обзор исследовательских работ и краеведческих трудов подтверждает, что в комплексе жилая архитектура Черноземья еще не была предметом историко-архитектурного исследования, поэтому работа обладает новизной.

Выявление и анализ конструктивных особенностей и строительных материалов жилых домов Черноземья, XIX в.

Рассмотрим конструктивные элементы жилых домов Черноземья, начиная от фундамента и заканчивая кровлей.

Фундаменты

Дома зажиточных крестьян, а также жилые дома в губернских городах, как правило, возводились на ленточных фундаментах из камня или кирпича. В качестве связующего вещества использовали глину или известь.

В небольших уездных городах дома зачастую строили на деревянных дубовых фундаментах. Предпочтение дубу при возведении фундаментов отдавали благодаря особым прочностным характеристикам этого дерева [27].

Дуб имел широкое распространение на северных территориях Черноземья. Согласно словарю народных географических терминов Э. М. Мурзаева [16], словом «елец» называли дубовую породу. Так, уездный город Елец был назван в честь произрастающей на его территории древесной породы.

Таблица 1. Материалы стен жилых домов Черноземья, XIX в. (данные собраны и обобщены автором, источник информации: [5])

Город	Всего строений	Каменных	Деревянных	Смешанных	Прочих
Курская губерния					
Курск	10 502	933	8 172	1 366	31
Обоянь	2 173	680	1 364	113	16
Фатеж	874	114	725	29	6
Щигры	1 065	46	918	98	—
Льгов	1 063	74	847	139	—
Дмитриев	769	48	672	49	—
Рыльск	1 834	190	1 452	189	2
Белгород	4 605	442	3 113	1 039	11
Старый Оскол	3 252	624	2 311	254	63
Новый Оскол	1 660	115	1 440	70	35
Воронежская губерния					
Воронеж	11 230	1 893	7 552	1 770	15
Богучар	1 380	84	908	49	267
Павловск	1 149	108	876	153	12
Острогожск	3 701	190	3 075	272	164
Валуйки	1 716	114	1 131	59	412
Елец	6 685	849	5 454	379	3
Задонск	1 463	396	999	67	1
Тамбовская губерния					
Тамбов	8 129	1 354	6 166	559	50
Козлов (Мичуринск)	7 503	1 279	5 604	593	27
Кирсанов	4 327	298	3 897	123	9
Моршанск	4 191	1 431	2 669	86	5
Липецк	3 762	827	2 559	374	2
Лебедянь	2 575	1 795	718	55	7
Борисоглебск	6 175	250	5 724	175	26

Стены

Статистические данные, приводимые в справочнике «Города России в 1904 году» [5], дают понимание, что к концу XIX в. в городах Черноземья значительно преобладали деревянные жилые постройки относительно каменных (Таблица 1).

Приведенная статистика позволяет дать оценку: наибольшей популярностью дерево пользовалось при возведении стен в городах Воронежской губернии. Лишь в двух уездных городах количество каменных строений превышало деревянные: в Лебедяни и Данкове.

В городах северного Черноземья, таких как Моршанск, Тамбов, Елец, Лебедянь, можно найти множество примеров домовладений, построенных с использованием срубных конструкций стен.

Самым распространенным был сруб из круглых бревен, их соединяли способом «в угол» (Иллюстрация 1).

Примером деревянного дома, построенного с использованием такого способа, является дом, построенный в Тамбове во второй половине XIX в., в котором свое детство и юность провела революционерка

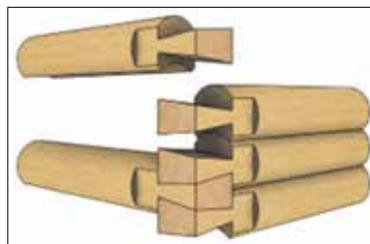


Иллюстрация 1. Рубка «в угол». Источник: <https://sruby-kazani.ru/derevyannye-doma/>

Мария Спиридонова (Иллюстрация 2) [4; 23]¹.

В бревнах нередко вырезали «чаши» для более надежного скрепления в венцы (Иллюстрация 3).

Примерами домовладений, построенных с использованием такого типа стыка бревен, в Тамбове являются: жилой дом на ул. Базарной, 150, жилой дом на ул. Тельмана, 39 (Иллюстрация 4, а, б). В Моршанске: жилой дом на ул. Пассажирской, 38 (Иллюстрация 4, в).

Зажиточные крестьяне могли себе позволить возведение стен из при-

¹ Постановление администрации Тамбовской области от 10.08.1993 г. № 280.



Иллюстрация 2. Жилой дом, г. Тамбов, ул. Ленинградская, 43. Фото Д. Г. Жоркиной. 2024 г.



Иллюстрация 3. Рубка «в чашу». Источник: <https://sruby-kazani.ru/derevyannye-doma/>



а



б



в

Иллюстрация 4: а — жилой дом, г. Тамбов, ул. Базарная, 150. Фото Д. Г. Жоркиной. 2024 г.; б — жилой дом, г. Тамбов, ул. Тельмана, 39. Фото Д. С. Дмитриева. 2014 г. в — жилой дом, г. Моршанск, ул. Пассажирская, 38. Фото Г. Н. Жоркина. 2025 г.



а



б



Иллюстрация 6. Крестьянская усадьба Обоянского уезда Курской губернии. Фото Е. В. Холодовой. 2000 г.

Иллюстрация 5: а — дом художника И. Н. Крамского, г. Острогжск. 1830 г. Источник: <https://oixm.ru/departments/house/>; б — улица с домом художника И. Н. Крамского, г. Острогжск. 1908 г. Источник: <https://www.litres.ru/book/anna-comakion/ivan-kramskoy-ego-zhizn-i-hudozhestvennaya-deyatelnost-175617/chitat-onlayn/>

возной сосны, а самым долговечным из местных строительных материалов был дуб. Однако этот материал был дорогостоящим, поэтому из него возводили лишь нижние венцы, стены возводили из более дешевых материалов — вербы, ольхи, осины [6; 7]. Пазы сруба утепляли мхом и паклей. В южных районах Черноземья для утепления дома пазы венцов промазывали глиной или навозом, на зиму дома обкладывали соломой. Сам сруб чаще в основном обшивали тесом горизонтальным или комбинированным способом [1].

Существовали несрубные (каркасные) конструкции стен, требующие меньших затрат древесины при возведении, но они были распространены гораздо меньше и в основном применялись при строительстве хозяйственных построек. Такие постройки менее долговечны, в настоя-

щее время таких примеров практически не сохранилось.

Для южных и юго-западных районов Черноземья было характерно строительство деревянных домов, обмазанных глиной с добавлением конского навоза, песка или каменной крошки [19]. Обмазку делали в несколько приемов. Данным раствором стены выравнивались, затем их белили раствором извести, белой глиной или мелом. Примерами такой конструкции являются дом художника И. Н. Крамского в г. Острогжске Воронежской области (Иллюстрация 5) [17; 26]², а также усадьба в Обоянском уезде Курской губернии (Иллюстрация 6) [25].

2 Постановление Совета Министров РСФСР от 04.12.1974 г. № 624 «О дополнении и частичном изменении постановления Совета Министров РСФСР от 30 августа 1960 г. «О дальнейшем улучшении дела охраны памятников культуры в РСФСР» № 624 от 04.12.1974 г.

В «Памятной книжке Воронежской губернии» за 1878 г. в главе, описывающей новшества в строительстве, упоминается, что в связи с повышением стоимости древесины, а также в связи с частыми пожарами жители губернии начали использовать при строительстве домов местный материал — мел. Однако большого распространения этот материал впоследствии не получил [18].

Кровля

Тип кровли в разных районах Черноземья отличался. В северной части Черноземья можно было встретить как двух-, так и четырехскатную кровлю, а на юге Черноземья преобладала четырехскатная (вальмовая) кровля (Таблица 2).

Была распространена стропильная конструкция крыши, основой для нее служили балки, матицы. Количество матиц зависело от размеров жилища. В срубных домах балки врубались в верхний венец. На юге Черноземья можно было встретить матицы, расположенные крестообразно.

К стропилам прибавляли обрешетку крыши — доски (из вербы, ольхи), на которых держалось кровельное покрытие.

В справочнике «Города России в 1904 году» [5] приведены данные, по которым можно судить о наиболее распространенных материалах кровли на территории Черноземья в XIX в. (Таблица 3).

Крыши жилых домов в городах Черноземья преимущественно крылись железом, реже деревом или соломой. Совсем редко встречались дома, крытые черепицей. В значительных количествах их можно встретить лишь в Задонске. Это обусловлено наличием необходимого качества красной глины для изготовления такого типа кровли, а также наличием производств: к концу XIX в. в городе насчитывалось два черепичных завода [15].

Толь, распространенный в то время, не использовался вовсе. Не встречаются строения, крытые землей.

Во всех губернских городах деревянные крыши уступают по своей численности железным. Это обусловлено более высоким уровнем жизни населения губернских городов. Соломенные крыши распространены в южных и юго-западных районах Черноземья. Способ покрытия соломой в разных районах Черноземья отличался. Например, на территориях Курской губернии, а также в некоторых районах Воронежской губернии преобладал способ покрытия крыши соломой, связанной в снопы. Их рядами привязывали к обрешетке крыши. В юго-западных районах Курской губернии (Рыльский и Гайворонский уезды) солому настилали колосьями вниз, привязывая к обрешетке крыши. Впоследствии концы колосьев срезали серпом.

К концу XIX в. на территории Черноземья появился усовершенствованный способ кровли соломой. Его появление было обусловлено частыми пожарами. Для этого способа характерно расположение соломы колосьями вверх. Предварительно солому окунали в глиняный раствор, что делало ее более огнестойкой. Снизу солому подбивали досками [22]. В Тамбовской губернии соломенная кровля практически не встречается.

Камыш в городах практически не использовали. Его можно было встретить лишь в кровле домов, расположенных близ рек и озер. В «Описании отдельных русских хозяйств. Воронежская губерния» за 1897 г. читаем: «Материалом для крыш служит преимущественно солома, нередко железо (на амбарах и жилых постройках) и редко черепица, гонт;

Таблица 2. Типы кровли жилых домов Черноземья, XIX в.

Примеры объектов с двускатной кровлей	Примеры объектов с вальмовой кровлей
 <p>г. Тамбов, ул. Кронштадтская, 15. Источник: https://kartarf.ru/dostoprimechatelnost</p>	 <p>г. Тамбов, ул. Лермонтовская, 17. Источник: https://kartarf.ru/dostoprimechatelnost</p>
 <p>г. Елец, ул. Советская, 59. Источник: https://cultura48.ru/moscow_location/gorod-elec/page/7/</p>	 <p>г. Борисоглебск, ул. Юбилейная, 52. Источник: https://sterh1973.tourister.ru/photoalbum/30116</p>
 <p>г. Воронеж, ул. Никитинская, 4. Источник: https://varandej.livejournal.com/945005.html</p>	 <p>г. Лебедянь, ул. Ситникова, 14. Источник: https://cultura48.ru/moscow_location/gorod-elec/page/7/</p>

Таблица 3. Материал кровли жилых домов Черноземья, XIX в. (данные собраны и обобщены автором, источник информации: [5])

Город	Материал кровли			
	Железо	Дерево	Черепица	Солома
Белгородская область				
Белгород	1310	—	—	1065
Старый Оскол	392	1	—	226
Новый Оскол	137	—	—	80
Курская область				
Курск	3883	189	—	447
Обоянь	2932	188	—	312
Фатеж	263	24	—	193
Щигры	186	—	—	183
Льгов	220	202	—	41
Дмитриев	400	200	—	100
Рыльск	1126	375	—	136
Воронежская область				
Воронеж	4736	629	—	107
Богучар	200	—	—	930
Бутурлиновка	600	—	—	3931
Павловск	242	—	—	867
Острогожск	897	—	—	139
Валуйки	216	—	1	1055
Борисоглебск	2079	140	—	330
Липецкая область				
Липецк	984	337	—	609
Елец	5206	854	38	266
Лебедянь	403	201	—	—
Задонск	231	4	571	108
Тамбовская область				
Тамбов	4914	658	—	—
Козлов (Мичуринск)	2049	600	—	—
Кирсанов	305	492	—	—
Моршанск	1232	498	—	1013

дешевизною, прочностью и долговечностью отличаются крыши из околота — пучков соломы, размоченных в глине.

О так называемых красноуфимских крышах отзывы хозяев задонского и землянского уездов, испытывавших их, неблагоприятны, вследствие качества местной глины, которая содержит много органических веществ и потому скоро сгнивает. Камышевые крыши, отличающиеся легкостью и прочностью, встречаются очень редко, так как камыш вывелся» [17]. Эти данные подтверждают наши первоначальные наблюдения.

Заключение

В результате работы изучены архивные документы и фотографии, проведены натурные исследования сохранившихся объектов жилой архитектуры Черноземья XIX в., проанализированы и систематизированы статистические данные.

На основе проведенного исследования можно сделать следующий вывод: применяемые при строительстве индивидуальных жилых домов архитектурные и конструктивные решения в разных районах Черноземья имели свои особенности.

В качестве основного строительного материала в XIX в. повсеместно применялась древесина. Ее использовали при возведении фундаментов, стен, кровли. Помимо древесины, применялись другие местные строительные материалы, например, в Задонске — красная глина, в Воронежской губернии — мел. Отдавалось предпочтение материалам, обеспечивающим противопожарную безопасность.

На архитектуру и конструктивные решения южных и юго-западных районов Черноземья большое влияние оказали соседствующие губернии, населенные родственными, но не идентичными восточнославянскими этносами.

Список использованной литературы

- [1] Акимов В. В. Лебедянские балконы. — Воронеж: ООО «Алекс принт», 2024. — 64 с.
- [2] Акиншин А. Н., Ласунский О. Г. Записки старого пешехода: прогулка по Большой Дворянской — проспекту Революции. — 2-е изд., доп. — Воронеж, 2002. — 352 с. — EDN: UEGFNV.
- [3] Акиншин А. Н., Попов П. А. Историко-культурное наследие Воронежа. — Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2000. — 576 с.
- [4] Горелов А. А., Шукин Ю. К. Тамбов (Центральная часть): справочник-путеводитель. — Тамбов: Тип. «Пролетарский светоч», 1999. — 198 с.
- [5] Города России в 1904 году // Центр. стат. ком. М. В. Д. — СПб.: Типо-лит. Ныркина, 1906. — 907 с.: [сайт] — URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/8390-t1-goroda-rossii-v-1904-godu-1906> (дата обращения: 12.05.2025).
- [6] Гурьев Г. С. Деревянная архитектура Воронежа конца XIX — начала XX в. // Архитектон: известия вузов. — 2019. — №1 (65): [сайт] — URL: http://archvuz.ru/2019_1/9 (дата обращения: 22.04.2025).
- [7] Историко-этнографический атлас. — М.: Наука, 1967. — 358 с.
- [8] Климкова М. А. Тамбовская губерния на дореволюционных открытках // М. А. Климкова. Тамбов и окрестности. — [Тверская обл.]: ИПК Парето-Принт, 2017. — 379 с.
- [9] Кученкова В. Н. Неизвестный Тамбов. — Тамбов, 1993. — 222 с.
- [10] Меркулов С. И., Михайленко Т. Г. О застройке «идеального» российского города конца XVIII века (на примере губернского Курска) // Градостроительство. — 2012. — №3 (19). — С. 67–73.
- [11] Митин В. А. Усадьбы города Воронежа XVIII, XIX, XX веков. — Воронеж: Никитинское, 2004. — 223 с.
- [12] Митин В. А. Иван Егорович Старов, Николай Никитович Иевский, Джакомо Кваренги. Начало Большого Воронежа: [в 2 т.]. — Воронеж: Творч. об-ние «Альбом», 2009. — (Зодчие Воронежа: ЗВ). — Т. 1: От крепостных стен до генплана. — 2009. — Вып. 2. — 95 с.
- [13] Михайленко Т. Г. История планировки и застройки Курска (конец XVIII — начало XIX веков): автореф. дис. ... канд. ист. наук: 07.00.02. — Курск, 2010. — 27 с.: [сайт] — URL: <https://www.prlib.ru/item/709891> (дата обращения: 12.05.2025).
- [14] Михайленко Т. Г. Формирование «дворовых» мест курских жителей по реформе Екатерины II // Вестн. Челяб. гос. ун-та. Серия 1: История. — 2009. — Вып. 31. — С. 5–10.
- [15] Морев Л. А. Четыре века истории. Город Задонск и Задонский Богородицкий монастырь: [к 85-летию муниципального образования]. — Воронеж: [б. и.], 2013. — 309 с.
- [16] Мурзаев Э. М. Словарь народных географических терминов. — М.: Мысль, 1984. — 653 с.
- [17] Описания отдельных русских хозяйств. Воронежская губерния за 1897 год: [сайт] — URL: <https://istmat.org/node/66117> (дата обращения: 12.05.2025).
- [18] Памятная книжка Воронежской губернии на 1878/79 год / изд. Воронеж. губерн. стат. комитета; [под ред. Ф. К. Яворского]. — Воронеж: Тип. губ. правл., 1879: [сайт] — URL: <https://nlr.ru/elibrary/ro/memo/RA5946/content?id=528> (дата обращения: 12.05.2025).
- [19] Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 года / изд. Центр. стат. комитета М-ва внутр. дел; под ред. Н. А. Тройникова. — СПб., 1897–1905. — С. 6–12: [сайт] — URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/12632-pervaya-vseobschaya-perepis-naseleniya-rossiyskoj-imperii-1897-goda-spb-1897-1905> (дата обращения: 12.05.2025).
- [20] Попов П. А. Уходящий Воронеж в объективе Павла Попова. — Воронеж: ИПФ Воронеж, 2008. — 208 с.
- [21] Попов П. А. Здравствуй, старый дом! Самые замечательные здания Воронежа. Кн. 1. — Воронеж: Изд. дом ВГУ, 2014. — 312 с.
- [22] Сборник статистических сведений по Тамбовской губернии. Т. 13: Сельские пожары и взаимное земское страхование от огня. — Тамбов, 1887. — 32 с.: [сайт] — URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/53630-sbornik-statisticheskikh-svedeniy-po-tambovscoy-gubernii-tambov-1880-1900> (дата обращения: 12.05.2025).
- [23] Спиридонова М. А., Каховская И. К. Женщины в революции. Святое дело освобождения России. — Родина, 2024. — 232 с.
- [24] Успенский Ю. И., Акиншин А. Н., Кригер Л. В., Попов П. А. Город через столетие. Век нынешний и век минувший. — Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2014. — 216 с.
- [25] Холодова Е. В. Усадьбы Курской губернии: Историко-архитектурные очерки. — Курск: Крона, 1997. — С. 18–25.
- [26] Цомакион А. И. Иван Крамской: Его жизнь и художественная деятельность (1837–1887). — СПб.: Тип. т-ва «Обществ. Польза», 1891. — 96 с.: [сайт] — URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/53630-sbornik-statisticheskikh-svedeniy-po-tambovscoy-gubernii-tambov-1880-1900> (дата обращения: 12.05.2025).
- [27] Чижикова Л. Н. Русско-украинское пограничье: история и судьбы традиционно-бытовой культуры. — М.: Наука, 1988. — 256 с.

[28] Юстова Е. И., Максимов М. М. Тамбов: памятники архитектуры. – Воронеж, 1979. – 60 с.

References

- [1] Akimov V.V. Lebedyanskie balkony. – Voronezh: ООО «Aleks print», 2024. – 64 s.
- [2] Akin'shin A.N., Lasunskij O.G. Zapiski starogo peshekhoda: progulka po Bol'shoj Dvoryanskoj – Prospektu Revolyucii. – 2-e izd., dop. – Voronezh, 2002. – 352 s. – EDN: UEGFNV.
- [3] Akin'shin A.N., Popov P.A. Istoriko-kul'turnoe nasledie Voronezha. – Voronezh: Centr duhovnogo vrozozhdeniya Chernozemnogo kraja, 2000. – 576 s.
- [4] Gorelov A.A., Shchukin Yu.K. Tambov (Central'naya chast'): spravocnik-putevoditel'. – Tambov: Tip. «Proletarskij svetoch», 1999. – 198 s.
- [5] Goroda Rossii v 1904 godu // Centr. stat. kom. M. V. D. – SPb.: Tipo-lit. Nyrkina, 1906. – 907 s.: [sajt] – URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/8390-t1-goroda-rossii-v-1904-godu-1906> (data obrashcheniya: 12.05.2025).
- [6] Gur'ev G.S. Derevyannaya arhitektura Voronezha konca XIX – nachala XX v. // Arhitekton: izvestiya vuzov. – 2019. – №1 (65): [sajt] – URL: http://archvuz.ru/2019_1/9 (data obrashcheniya: 22.04.2025).
- [7] Istoriko-etnograficheskij atlas. – M.: Nauka, 1967. – 358 s.
- [8] Klimkova M.A. Tambovskaya guberniya na dorevolucionnyh otkrytkah // M.A. Klimkova. Tambov i okrestnosti. – [Tverskaya obl.]: IPK Pareto-Print, 2017. – 379 s.
- [9] Kuchenkova V.N. Neizvestnyj Tambov. – Tambov, 1993. – 222 s.
- [10] Merkulov S.I., Mihajlenko T.G. O zastrojke «ideal'nogo» rossijskogo goroda konca XVIII veka (na primere gubernskogo Kurska) // Gradostroitel'stvo. – 2012. – №3 (19). – S. 67–73.
- [11] Mitin V.A. Usad'by goroda Voronezha XVIII, XIX, XX vekov. – Voronezh: Nikitinskoe, 2004. – 223 s.
- [12] Mitin V.A. Ivan Egorovich Starov, Nikolaj Nikitovich Ievskij, Dzhakomo Kvarengi. Nachalo Bol'shogo Voronezha: [v 2 t.]. – Voronezh: Tvorch. ob-nie «Al'bom», 2009. – (Zodchie Voronezha: ZV). – T. 1: Ot krepostnyh sten do genplana. – 2009. – Vyp. 2. – 95 s.
- [13] Mihajlenko T.G. Istorija planirovki i zastrojki Kurska (konec XVIII – nachalo XIX vekov): avtoref. dis. ... kand. ist. nauk: 07.00.02. – Kursk, 2010. – 27 s.: [sajt] – URL: <https://www.prlib.ru/item/709891> (data obrashcheniya: 12.05.2025).
- [14] Mihajlenko T.G. Formirovanie «dvorovyh» mest kurskih zhitel'ej po reforme Ekateriny II // Vestn. Chelyab. gos. un-ta. Seriya 1: Istorija. – 2009. – Vyp. 31. – S. 5–10.
- [15] Morev L.A. Chetyre veka istorii. Gorod Zadonsk i Zadonskij Bogorodickij monastyr': [k 85-letiyu municipal'nogo obrazovaniya]. – Voronezh: [b. i.], 2013. – 309 s.
- [16] Murzaev E.M. Slovar' narodnyh geograficheskikh terminov. – M.: Mysl', 1984. – 653 s.
- [17] Opisaniya otdel'nyh russkikh hozyajstv. Voronezhskaya guberniya za 1897 god: [sajt] – URL: <https://istmat.org/node/66117> (data obrashcheniya: 12.05.2025).
- [18] Pamyatnaya knizhka Voronezhskoj gubernii na 1878/79 god / izd. Voronezh. gubern. stat. komiteta: [pod red. F.K. Yavorskogo]. – Voronezh: Tip. gub. pravl., 1879: [sajt] – URL: <https://nlr.ru/elibrarypro/memo/RA5946/content?id=528> (data obrashcheniya: 12.05.2025).

- [19] Pervaya vseobshchaya perepis' naseleniya Rossijskoj imperii 1897 goda / izd. Centr. stat. komiteta M-va vnutr. del; pod red. N.A. Trojnickogo. – SPb., 1897–1905. – S. 6–12: [sajt] – URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/12632-pervaya-vseobshchaya-perepis-naseleniya-rossiyskoj-imperii-1897-goda-spb-1897-1905> (data obrashcheniya: 12.05.2025).
- [20] Popov P.A. Uhodyashchij Voronezh v ob'ektive Pavla Popova. – Voronezh: IPF Voronezh, 2008. – 208 s.
- [21] Popov P.A. Zdravstvuj, staryj dom! Samye zamechatel'nye zdaniya Voronezha. Kn. 1. – Voronezh: Izd. dom VGU, 2014. – 312 s.
- [22] Sbornik statisticheskikh svedenij po Tambovskoj gubernii. T. 13: Sel'skie pozhary i vzaimnoe zemskoe strahovanie ot ognja. – Tambov, 1887. – 32 s.: [sajt] – URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/53630-sbornik-statisticheskikh-svedenij-po-tambovskoj-gubernii-tambov-1880-1900> (data obrashcheniya: 12.05.2025).
- [23] Spiridonova M.A., Kahovskaya I.K. Zhenshchiny v revolyucii. Svyatoe delo osvobodzheniya Rossii. – Rodina, 2024. – 232 s.
- [24] Uspenskij Yu.I., Akin'shin A.N., Kriger L.V., Popov P.A. Gorod cherez stoletie. Vek nyneshnij i vek minuvshij. – Voronezh: Centr duhovnogo vrozozhdeniya Chernozemnogo kraja, 2014. – 216 s.
- [25] Holodova E.V. Usad'by Kurskoj gubernii: Istoriko-arhitekturnye ocherki. – Kursk: Krona, 1997. – S. 18–25.
- [26] Comakion A.I. Ivan Kramskoj: Ego zhizn' i hudozhestvennaya deyatel'nost' (1837–1887). – SPb.: Tip. t-va «Obshchestv. Pol'za», 1891. – 96 s.: [sajt] – URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/53630-sbornik-statisticheskikh-svedenij-po-tambovskoj-gubernii-tambov-1880-1900> (data obrashcheniya: 12.05.2025).
- [27] Chizhikova L.N. Russko-ukrainskoe pogranič'e: istoriya i sud'by tradicionno-bytovoj kul'tury. – M.: Nauka, 1988. – 256 c.
- [28] Yustova E.I., Maksimov M.M. Tambov: pamyatniki arhitektury. – Voronezh, 1979. – 60 s.

Статья поступила в редакцию 29.04.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Жоркина Дарья Григорьевна

аспирант 1 курса, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), Москва, Российская Федерация
e-mail: dzhorkina@mail.ru

Zhorkina Daria G.

1st year postgraduate student, Federal State budgetary educational institution of higher education «National research Moscow State University of civil engineering» (MGSU), Moscow, Russian Federation
e-mail: dzhorkina@mail.ru

Вода как средство перформанса в архитектуре и дизайне среды

Статья разрабатывает тему перформанса в архитектуре и дизайне среды как междисциплинарного явления современного искусства и культуры. В фокусе внимания исследования находится вода как субстанция, обладающая уникальными физическими, художественно-эстетическими и символическими свойствами, за счет которых вода является ярким средством перформансов. В аспекте архитектурно-дизайнерского творчества выявлены перформативные задачи, которые могут решаться с применением водного компонента; уникальные перформативные свойства воды; виды использования воды в перформативном пространстве.

Ключевые слова: перформанс, перформативность, архитектура, дизайн среды, иммерсивность, эмоциональное воздействие, интерактивность.

Vinnitskiy M. V.

Water as a means of performance in architecture and environmental design

The article develops the theme of performance in architecture and environmental design as an interdisciplinary phenomenon of contemporary art and culture. The focus of the study is water as a substance with unique physical, artistic, aesthetic and symbolic properties, due to which water is a vivid means of performances. In the aspect of architectural and design creativity, performative tasks are identified that can be solved using a water component; unique performative properties of water; types of use of water in a performative space.

Keywords: performance, performativity, architecture, environmental design, emotional impact, immersiveness, interactivity.



**Винницкий
Максим
Валерьевич**

кандидат архитектуры,
профессор, Уральский
государственный
архитектурно-художественный университет
им. Н.С. Алферова
(УрГАХУ), Екатеринбург,
Российская Федерация
e-mail: miskam2007@
yandex.ru

Введение

Многие современные культурные практики и виды искусства основываются на иммерсии — активном вовлечении человека в процесс культурного события, погружении в атмосферу творческого акта [4]. Соучастие дает наиболее глубокие эмоциональные впечатления, запоминающийся культурный опыт [10; 11]. Исследователи считают перформанс многогранным междисциплинарным явлением [9]. Перформансы организуют коммуникативные и репрезентативные процессы [6; 11], активно используют средства интерактивности, партиципации, мультисенсорного погружения [10].

Исследователи перформанса распространяют его на разнообразные виды искусства, а также общественно-культурной и политической жизни общества [6; 9; 11; 13]. Они приходят к выводу о формировании специфического перформативного пространства — особой разновидности социокультурного пространства, включающего материальные объекты и нематериальные духовно-ценностные, коммуникативные, смысловые аспекты. Важным является утверждение о влиянии пространственно-организационной конфигурации на специфику перформативных процессов [6]. В формировании перформативного пространства определенная роль принадлежит архитектурному пространству, неизменно присутствующему

во всех аспектах жизни и деятельности человека. Из сказанного вытекает актуальность изучения перформативности архитектурной среды, выявления средств архитектуры и дизайна, способствующих формированию перформативного пространства и реализации перформансов в этом пространстве.

По словам Е.Э. Дробышевой, «пространственное измерение перформанса предполагает междисциплинарный анализ созданных в этой стилистике художественных объектов» [6, 124]. С помощью анализа возможно выявить средства и инструменты архитектурного проектирования, формирующие перформативное пространство.

Обстоятельная методология изучения перформанса предложена в [13], где перформанс характеризуется как система, организующая отдельные категории: Субъекты (участники), Объекты, Пространство, Время, Контекст, Трансформация (результаты) [13]. Для перформанса в процессе его совершения важны коммуникации [6]. Опираясь на исследования, можно выявить формообразующие элементы в перформативных действиях с участием архитектуры и дизайна и расширить возможности архитектуры в организации перформативных пространств.

Для изучения роли объектов архитектурной среды в перформансах важно учитывать ряд моментов.

Во-первых, исследователями признается возможность отсутствия автора перформанса в непосредственном действии [13].

Во-вторых, отмечается возможность совершения перформанса посредниками, которыми могут быть «текст, изображение, фотография, видео, звук, любой объект, любая живая или неживая материя. Это то, через что передается сообщение, и то, через что или с помощью чего происходит взаимодействие и реализуется замысел» [13, 17].

В-третьих, признается возможным повторение и репрезентация перформанса в одних и тех же условиях. В каждом повторении появляются новые нюансы, и такая «реконструкция» становится самодостаточным перформансом [13].

Архитектурные объекты, в которые авторы закладывают элементы перформативности, могут выполнять роль объекта-посредника, наделенного функциями субъекта, являться каналом перцепции [13], и таким образом быть активным участником, инструментом перформанса.

Под перформансом в архитектуре мы предлагаем понимать действия людей в архитектурном пространстве, побуждаемые свойствами этого пространства, в процессе которого возникают коммуникации людей с перформативными объектами архитектурного пространства, в результате чего человек приобретает эмоционально-психологический опыт художественного, социокультурного, воспитательного или иного характера.

Виды проявления перформанса в архитектурной среде и средства его формирования рассмотрены нами в исследованиях [2; 3]. Данное исследование фокусирует внимание на использовании воды как важного средства создания перформанса в архитектуре и дизайне среды. Средства, обладающего многогранными возможностями и отличающегося значительной силой эмоционального воздействия на человека. Необходимо отметить такие важные в аспекте перформативности свойства воды, как податливость движению, отзывчивость при взаимодействии и постоянная изменчивость во времени. Эти свойства выводят нас на характерные для перформанса категории взаимодействия, времени и трансформации.

Цель статьи — выявление видов использования воды при формировании условий перформансов в архитектурном пространстве, раскрытие и объяснение художественно-образных характеристик воды как средства

перформанса. Для достижения цели применены методы художественно-эстетического и типологического анализа в контексте перформативного подхода, обобщения и структурирования полученных результатов. Исследование перформативных средств в объектах архитектуры и дизайна среды велось эмпирическим путем.

Включение водного компонента в перформативные объекты архитектурной среды — технически непростая задача. Такие объекты стали появляться в основном с начала 2000-х гг. с развитием соответствующих технологий и материалов. Многие представленные в тексте объекты являются уникальными единичными артефактами, впервые обрабатываемыми технологии применения воды в архитектуре, по этой причине они представляют интерес с точки зрения архитектурно-художественного формообразования и перформативности.

Теоретические основы применения воды в архитектурно-средовых перформансах

Отметим важные задачи перформансов, в архитектурной организации которых может участвовать водный компонент.

- Привлечение внимания, аттрактивность объектов перформативной среды. Вовлечение в художественно-эстетическое действие — важная задача перформативной среды, решаемая системой объектов-аттракторов, акцентов, доминант.
- Организация сценария действия человека в перформативном пространстве. Для перформанса, как процесса, совершаемого во времени [15], важно наличие структуры, последовательности, сценария, которые реализуются за счет специфики выстраивания пространства. Данная задача решается перформативными архитектурно-дизайнерскими инструментами зонирования, разграничения пространств, внедрения вектора пространственного развития.
- Выражение специфичной образности перформативного пространства и его материального наполнения. Образная составляющая перформансов имеет большое значение для их успеха, востребованности и актуальности. Владение и управление вниманием и эмоциями человека возможно при яркой неординарности зрительных образов перформанса, предоставляю-

щих впечатления, которые человек не имеет в обыденной жизни. Это образы неизвестности, таинственности, сюрреалистичности, побуждающие исследовать объект или пространство, т. е. побуждающие к действию, ведущему к новым эмоциям и социокультурному опыту — важнейшему результату перформанса.

Вода имеет обширное применение в архитектуре. Помимо выполнения утилитарной функции, вода часто становится элементом формирования архитектурно-художественного образа произведения зодчества. Поэтому изучение художественно-эстетических и материальных свойств воды является актуальным в контексте архитектурного творчества и позволяет говорить о воде как о «конструкционном» материале [14].

Опираясь на творческие задачи формирования перформативной архитектурной среды, как среды процессуальной, побуждающей человека к действию и организующей это действие, выделим художественно-эстетические, образные и материальные свойства воды, позволяющие использовать ее как средство в архитектурно-дизайнерском проектировании.

— *Текущее непостоянство, движение, кинематика воды.* Данные свойства воды наилучшим образом соответствуют перформансу как процессу, действию, движению, происходящему во времени и перманентно меняющему физическое состояние пространства перформанса, психологическое и эмоциональное состояние его участников. Кинетический объект привлекает большее заинтересованное внимание, чем статичный. Перформативная магия воды ярко иллюстрируется известной фразой о том, что можно бесконечно смотреть, как течет вода. Водный объект может стать активнейшим аттрактором перформативного действия.

— *Отражающие свойства, зеркальность воды.* Зеркальное отражение создает виртуальную среду. Человек одновременно может зрительно воспринимать реальные объекты и их зеркальные образы. Вследствие этого усиливается эмоционально-эстетическое воздействие среды на человека. Это может стать ярким инструментом перформансов.

— *Прозрачность, визуальная и физическая проницаемость воды.* Визуальная проницаемость воды организует вектор зрительного движения внутрь водного пространства. В этом уже ощущается перформанс воды, увлекающей человека в виртуальное исследование ее динамичных



Иллюстрация 1. Павильон Digital Water. Сарагоса, Испания. Арх.: CRA-Carlo Ratti Associati, 2008 г. Источники: <https://i.pinimg.com/originals/7b/db/43/7bdb4352cfbb470a1dac4df6a33ca8f7.jpg>; <https://www.digitalwatercurtain.com/2018/01/18/digital-water-pavilion/> (дата обращения: 18.04.2025)



Иллюстрация 2. Медиа-павильон Blur Building. Ивердон-ле-Бен, Швейцария. Арх.: Diller Scofidio + Renfro. 2002 г. Источники: <https://i.pinimg.com/originals/71/2e/36/712e368de7a2ecaef88421b6ca83d29a.jpg>; <https://dzen.ru/a/Xv8q6ncCZBt2KBKP> (дата обращения: 18.04.2025)

глубин. Водные глубины несут образ таинственности и загадочности, что может стать инструментом организации перформансов в архитектурной среде. Физическая проницаемость воды символически характеризует ее как материальную и нематериальную сущность одновременно, что также способно обогатить инструментарий организации перформативного действия с участием воды.

— *Тактильные и аудиальные свойства воды.* Интерактивность, мультисенсорное погружение в пространство [10] — важные свойства перформативной архитектурной среды. Для наилучшей реализации интерактивности задействуются не только визуальные, но и тактильные и аудиальные каналы восприятия [7; 8]. Непосредственный контакт с водой создает перформативное воздействие среды на человека.

Виды использования воды в перформативном дискурсе архитектуры и дизайна среды

1 *Вода как формообразующий материал.* В создании перформативного пространства, которое оказывает эмоционально-психологическое воздействие на человека, большую роль играет характер архитектурных элементов, зонированных и разграничивающих пространство. Известные материальные конструкции (каменные, металлические, стеклянные или иные) обыденны и не несут магического эффекта. Водные структуры, такие как стены из водяных струй, водяной пар, способны обозначать визуальные и физические границы пространств. При этом свойства прозрачности, проницаемости, динамичности определяют эти границы одновременно и как реальные, и как виртуальные. Вода выполняет роль конструкционного материала [14].

Павильон со «стенами» из воды был создан для выставки ЕХРО-2008 в г. Сарагоса (Иллюстрация 1). Прямоугольная кровля — емкость с водой — поднята на двух

опорах в виде прямоугольных призм. По периметру кровли формируются потоки воды, своеобразными «стенами» отделяя внутреннее пространство. В объект внедрены различные кинетические, интерактивные и цифровые технологии. Кровля способна опускаться и подниматься, водяные «стены» могут сжиматься или увеличивать пространство в зависимости от количества людей внутри. За счет датчиков, реагирующих на приближение человека, части водяных «стен» отключаются, пропуская посетителя. В темное время водные поверхности становятся экраном для лазерного шоу. За счет этих эффектов павильон работает как перформативный объект. Он не только привлекает внимание людей (субъектов перформанса), но и вовлекает их в различные действия, активный диалог, становится источником ярких впечатлений, эмоциональных трансформаций (результата перформанса). В этом перформансе вода — главное средство, задействующее мультисенсорные каналы восприятия.

Медиа-павильон Blur Building был возведен архитекторами Diller Scofidio + Renfro для выставки Ехро-2002 на озере Невшател в Швейцарии (Иллюстрация 2). Основание сооружения — дискообразная конструкция, над которой создается облако тумана из воды, закачиваемой из озера. Границы и форма павильона (пространство перформанса) формируются исключительно мелкой водной дисперсией. Посетители (субъекты перформанса) в специальных плащах по мосту попадают в облако тумана. Перформанс в сооружении погружает человека в сюрреалистический мир. Перед глазами только белая пелена, человек в ней странствует, встречаясь с такими же, как он, «теньями» людей. Событие, главным средством воздействия которого является водная субстанция, становится запоминающимся перформансом с элементами театрализации, яркие эмоциональные впечатления — его результат.



Иллюстрация 3: а — Мост Моисея. Хальстерен, Нидерланды. Арх.: RO&AD Architecten. 2002 г. Источник: https://i07.fotocdn.net/s207/54112b80388013bb/public_pin_/2480185068.jpg (дата обращения: 18.04.2025); б — Лувр в Абу-Даби, ОАЭ. Арх. Жан Нувель. 2017 г. Источник: <https://c.ekstatic.net/dex-media/1655/Louvre-Abu-Dhabi-Desktop-ActivityDetails-1-2.jpg> (дата обращения: 18.04.2025)



Иллюстрация 4: а — фонтан «водный лабиринт». Лондон. 2008 г. Источник: https://pikabu.ru/story/fontan_lovushka_london_4232751 (дата обращения: 18.04.2025); б — арт-инсталляция See Monster. Уэстон-сьюпер-Мэр, Великобритания. Арх.: News substance. 2022 г. Источник: <https://architizer.com/projects/see-monster/> (дата обращения: 18.04.2025)

2 Вода как средство организации сценария. В организации перформативного сценария, разворачивающегося во времени, вода является эффективным средством. Это связано с общими свойствами динамики, изменчивости и неповторяемости, характерными как для перформативного действия, так и для воды. Применение воды в организации сценария, траектории развития действия заключается в дифференциации поверхностей, по которым движется человек, на сухие и покрытые водой. Предполагается, что человек выберет для движения сухие поверхности, ограниченные по сторонам водой. Таким образом, вода, как художественно эффективное и эмоционально выразительное средство, может решать утилитарные задачи организации действий и движений человека в перформативном и других пространствах. В этом усматривается возможность задействования художественной формы перформанса для внехудожественных целей [9].

Сооружение с символическим названием Мост Моисея (арх.: RO&AD Architecten) возведено в Нидерландах (Иллюстрация 3, а). Он проложен через ров, заполненный водой, и ведет в исторический оборонительный форт XVII в., ныне выполняющий рекреационные функции. Необходимость сохранения визуальных панорам исторических ландшафтов побудила авторов спроектировать «невидимый» мост: узкая гидроизолированная конструкция размещена ниже уровня воды, а также береговых откосов и визуально сливается с контекстом. Вода здесь формирует границы перформативного пространства. Лишь небольшие бортики, препятствующие затоплению объекта, возвышаются над водой. Перформанс Моста Моисея разворачивается постепенно. Невидимый издалека, он вдруг появляется перед глазами человека (субъекта перформанса), завязывая интригу, заинтересованность

и побуждая к дальнейшему движению. Узкое пространство траншеи моста символически раздвигает водный массив. Следование между водными массами несет в себе коннотацию библейской притчи о Моисее, раздвинувшем воды моря. Спектр образных культурно-исторических ассоциаций и переживаний, которые переживает человек, становится результатом перформанса прохождения Моста Моисея. В результате перформативное действие этого объекта решает и утилитарные, и культурно-художественные задачи.

С культурно-символическими и утилитарными целями внедрена вода в здании Лувра в Абу-Даби, спроектированном Ж. Нувелем (Иллюстрация 3, б). Здание музея окружено водой. Окружающее водное пространство проникает и внутрь музея, разделяя залы и другие пространства. Символически это решение отражает образ Эмиратов: море и сушу под куполом-небосводом. Вода помогает зонировать внутреннее пространство здания, определяя траектории движения по экспозиции между водными каналами. Здесь компонент воды — агент-посредник перформанса (осмотра пространств и экспозиции), используемый как средство усиления эмоционального воздействия этого процесса.

3 Вода в объектах-аттракционах. Особенности объектов-аттракционов в дизайне архитектурной среды были представлены ранее [3]. Их главная цель — привлечь человека к участию в художественно-эстетических перформансах, генерирующих яркие эмоции у участников [16]. Перформансы возможны вне пределов зоны психологического или физического комфорта, что обостряет психологические переживания. Для реализации этой цели вода может стать эффективным средством. При этом в работу включаются как визуальные, так и тактильные



Иллюстрация 5: а — Центр всемирного наследия Фудзи. Фудзиномия, Япония. Арх. Шигеру Бан. 2017 г. Источник: https://www.architime.ru/news/shigeru_ban_architects/mt_fuji.htm#1.jpg (дата обращения: 18.04.2025); б — инсталляция Instant Structure for Schacht XII. Северный Рейн — Вестфалия, Германия. Арх.: rAndom international. 2013 г. Источник: <https://www.dezeen.com/2013/09/03/tower-by-random-international-for-ruhrtriennale-2013/> (дата обращения: 18.04.2025)



Иллюстрация 6: а — здание Liebian International Building. Гуйян, Китай. Арх.: Ludi Industry Group. 2016 г. Источник: https://avatars.mds.yandex.net/get-altay/5316761/2a0000017bb6e61ca52ffbf4ab5a05aedb23/XXL_height (дата обращения: 18.04.2025); б — фонтан-водопад. Версаль, Франция. Арх. Олафур Элиассон. 2016 г. Источник: https://media-cldnry.s-nbcnews.com/image/upload/t_social_share_1024x768_scale,f_auto,q_auto:best/newscms/2016_23/1572021/160609-chateau-waterfall-mdl.jpg (дата обращения: 18.04.2025); в — инсталляция Water Forest. Такома, США. Арх. Говард Бен Тре. 2002 г. Источник: <https://followwater.wordpress.com/2014/07/05/a-forest-of-water-trunks/> (дата обращения: 18.04.2025)

свойства воды, что в конечном итоге ведет к мультисенсорной синергии результатов перформанса [10]. Физический интерактивный контакт с водой как с «живой», подвижной субстанцией в процессе перформативной игры — основной механизм работы воды в объектах-аттракционах [12].

Элементом в интерактивном дизайне городской среды стали сухие фонтаны, где струи воды поднимаются из поверхностей, по которым могут ходить люди. Перформативная игра воды с человеком приглашает его к различным движениям и сценариям взаимодействия в целях развлечения и получения ярких эмоций при контакте с водой [12]. Например, фонтан «водный лабиринт» в Лондоне решен в виде стен из водяных струй, меняющих свою конфигурацию и образующих то замкнутые, то открытые «помещения» (Иллюстрация 4, а). В процессе перформанса-аттракциона человек (субъект перформанса) «странствует» по этим «комнатам», испытывая эмоциональные переживания от того, попадет или не попадет он под струи воды (результат перформанса).

Выведенная из эксплуатации морская буровая платформа стала арт-инсталляцией, размещенной в Великобритании (Иллюстрация 4, б). Она установлена посреди искусственного пруда и дополнена десятиметровым водопадом. В сооружении четыре уровня, доступных для посещения. На них расположены кинетические и другие арт-объекты. Чтобы попасть в пространство объекта, необходимо пройти под прудом, очутившись внутри сооружения за водопадом. Таким образом, движение и зву-

ки падающей воды наполняют этот аттракцион яркими эмоциональными красками (результат перформанса).

4 *Вода в визуальных иллюзиях.* Иллюзии — яркое средство организации перформанса архитектурной среды [2]. Играя с человеком, иллюзии в архитектурном пространстве побуждают его к исследованию иллюзорного объекта, стирают грань между реальностью и виртуальностью. Отражающие, зеркальные свойства воды, ее проницаемость делают водную субстанцию действенным средством создания иллюзорных перформансов.

Перформативную иллюзию представляет собой образ Центра всемирного наследия Фудзи, архитектор Шигеру Бан (Иллюстрация 5, а). Вокруг объекта, основной формой которого является огромный перевернутый конус, расположен пруд со стоячей водой. Именно отражение конуса в зеркальной глади воды является виртуальным образом рядом расположенной горы Фудзи. Симметрия горы символически воплощается в дуальной паре здания и его отражения. Процесс наблюдения архитектурного объекта и его отражения, осознание иллюзорности последнего, поиск в иллюзии образа горы Фудзи, возникающие культурные коннотации составляют перформативное действие.

Перформативная инсталляция была сооружена на площадке исторического промышленного комплекса Цольфадейн (Иллюстрация 5, б). Из прямоугольной рамы с высоты 20 м льются струи воды, формируя стены виртуальной башни Instant Structure for Schacht XII (Мгновенная структура). Эфемерная башня может появляться и ис-

чезать мгновенно. За этим перформансом люди (субъекты перформанса) могут наблюдать со стороны или зайти внутрь через водяную стену, получая тактильный контакт с водой. Большое художественно-эмоциональное значение приобретает контраст между статикой форм промышленных зданий и подвижностью, нематериальностью «водяной» башни. Совокупность эмоциональных впечатлений от эфемерного водяного объекта в историко-культурном контексте окружающего перформанса пространства становится результатом перформанса.

5 *Вода как средство формирования публич-арт пространства.* Этот вид современного искусства предполагает установку коммуникации, культурного и художественно-эстетического взаимодействия между архитектурным пространством и человеком [7]. В этом действии элементы пространства являются ведущими организаторами перформансов, организующими действия, эмоции и приобретение эстетического опыта людьми. Коммуникативные, мультисенсорные свойства воды в этих задачах предоставляют широкие перформативные возможности.

Достопримечательностью в городском пространстве стал водопад, падающий со стены небоскреба в г. Гуйян (Иллюстрация 6, а). Динамичный перформанс привлекает большое внимание горожан и туристов (субъектов перформанса) за счет живой изменчивости водного потока и ауры из водяной пыли, играющей на солнце.

В парке Версаля по проекту Олафура Элиассона установлен фонтан-водопад (Иллюстрация 6, б). Эффектное сооружение неожиданно открывается перед людьми, гуляющими по парку, и производит сильное эмоциональное впечатление. За потоком воды не видна опора фонтана и создается образное ощущение, будто вода падает с неба. Перформанс сооружения вовлекает человека (субъекта перформанса) в динамичное шоу, в котором наблюдатель рассматривает водяные потоки с разных ракурсов и дистанций, получая яркие эмоции (результат перформанса).

Художник Говард Бен Тре создал инсталляцию Water Forest в г. Такома, состоящую из трубок акрилового стекла, по которым циркулирует вода (Иллюстрация 6, в). Эти трубки символизируют живые стволы деревьев, в которых вода — это жизненные процессы. Перформативная инсталляция приглашает человека (субъекта перформанса) погулять между стволами «леса», внимательно изучая эффекты движущейся воды в цилиндрах. Эффект перформанса заключается в эстетической составляющей и легком воспитательном намеке о ценности живой природы (результат перформанса).

Заключение

Среда мегаполиса — среда социокультурного взаимодействия [9]. В современных условиях все участники этого взаимодействия, включая архитектуру и дизайн, становятся активными, действующими акторами. Вода как компонент архитектуры, градостроительства и дизайна применяется давно [1]. Раскрытые в статье перформативные возможности воды дают архитекторам и дизайнерам арсенал интерактивных художественных средств, что в конечном итоге может обогатить образно-эстетический потенциал наших городов. Пространство, насыщенное не только предметами, но и событиями в различных перформативных и коммуникативных формах, становится новой синтетической художественной формой [10]. Перформативные объекты городской среды призваны раскрывать креативный потенциал горожан [5]. Перформанс является доступным и эффективным способом коммуникации и взаимодействия между искусством и обществом [7], а вода — выразительным посредником в этой коммуникации.

Список использованной литературы

- [1] Авксентьева Т. В., Волосатова С. А. Роль воды в городском пространстве // Изв. КГАСУ. — 2015. — № 4 (34). — С. 1–9: [сайт] — URL: https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2015/97_104_Avksenteva_Volosatova.pdf (дата обращения: 19.04.2025).
- [2] Винницкий М. В. Перформанс в архитектуре // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2021. — № 3 (50). — С. 52–57: [сайт] — URL: https://uniip.ru/wp-content/uploads/2021/10/09_av_3-202150.pdf (дата обращения: 19.04.2025).
- [3] Винницкий М. В. Перформативный подход в дизайне городской среды // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2022. — № 2 (53). — С. 94–99: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48967944> (дата обращения: 19.04.2025).
- [4] Воличенко О., Цурик Т. Иммерсивные практики в пространстве современного парка // Проект Байкал. — 2024. — Т. 21. — № 80. — С. 89–95: [сайт] — URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/2337> (дата обращения: 19.04.2025).
- [5] Демшина А. Ю. Диалогическое построение арт-пространства как форма развития современной культуры // Вестн. СПбГУКИ. — 2017. — № 2. (31). — С. 44–48: [сайт] — URL: [https://vestnik.spbgik.ru/vestnic_jurnal/340268---22203044_2017_-2\(31\)/0044-0048_Демшина.pdf](https://vestnik.spbgik.ru/vestnic_jurnal/340268---22203044_2017_-2(31)/0044-0048_Демшина.pdf) (дата обращения: 19.04.2025).
- [6] Дробышева Е. Э. Архитектоника перформативного пространства // Международный журнал исследований культуры. — 2022. — № 3 (48). — С. 118–129: [сайт] — URL: <https://culturalresearch.ru/article/arhitektonika-performativnogo-prostranstva/> (дата обращения: 19.04.2025).
- [7] Каракова Т. В. Перформанс перфорации в дизайне среды и в архитектуре // Вестн. СГАСУ. Градостроительство и архитектура. — 2011. — № 1. — С. 41–43: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20316343> (дата обращения: 19.04.2025).
- [8] Краснова Т. В., Пермяков М. Б. Творческие подходы к формированию имиджа городской среды средствами архитектуры и дизайна // Современные наукоемкие технологии. — 2019. — № 2. — С. 89–93: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37034415> (дата обращения: 19.04.2025).
- [9] Осминкин Р. С. Коллективные формы художественного перформанса в России начала XXI века: дис. ... канд. искусствоведения (24.00.01). — СПб., 2020. — 316 с.
- [10] Полева Н. С. К проблеме иммерсивности реальных и виртуальных пространств // Новые психологические исследования. — 2023. — Т. 3. — № 3. — С. 30–53: [сайт] — URL: <https://scispace.com/papers/k-probleme-immersivnosti-realnykh-i-virtualnykh-prostranstv-46rg2cq0xt3> (дата обращения: 19.04.2025).
- [11] Русакова О. Ф. Коммуникативные стратегии перформативного дискурса // Дискурс-Пи. — 2014. — № 1 (14). — С. 12–14: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/tphmqz> (дата обращения: 19.04.2025).
- [12] Тимохина М. Ю., Кошкин Д. Ф. Современные тенденции архитектуры воды в предметно-пространственной среде города // Изв. КГАСУ. — 2018. — № 4 (46). — С. 185–192: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-arhitektury-vody-v-predmetnoprostranstvennoy-srede-goroda/viewer> (дата обращения: 19.04.2025).

- [13] Фареник А.С. Методология исследования перформанса как формы искусства // Артикульт. — 2022. — №2 (46). — С. 6–26. — DOI: 10.28995/2227616520222632 (дата обращения: 19.04.2025).
- [14] Kuc S., Ruban L. Contemporary Water Landscapes. Trends, Issues and Techno-creation // GSTF Journal of Engineering Technology (JET). — 2014. — Vol. 3. — № 1. — P. 96–105. — DOI: 10.5176/2251-3701_3.1.116 (дата обращения: 19.04.2025).
- [15] Pérez-Gómez A. Architecture as a Performing Art: Two Analogical Reflections // Architecture as a Performing Art. — England: Ashgate, 2013. — P. 15–25: [сайт] — URL: <https://www.architecturenorway.no/questions/histories/perez-gomez-performance/> (дата обращения: 19.04.2025).
- [16] Samson K., Juhlin C. L. Z. Performative Urbanism. — Roskilde Universitet, 2017. — 28 p.: [сайт] — URL: https://rucforsk.ruc.dk/ws/files/63172319/Performative_Urbanism_Autumn_2017_Juhlin_Samson.pdf (дата обращения: 19.04.2025).
- [9] Osminkin R.S. Kollektivnye formy hudozhestvennogo performans v Rossii nachala XXI veka: dis. ... kand. iskusstvovedeniya (24.00.01). — Spb., 2020. — 316 s.
- [10] Poleva N.S. K probleme immersivnosti real'nyh i virtual'nyh prostranstv // Novye psihologicheskie issledovaniya. — 2023. — T. 3. — № 3. — S. 30–53: [сайт] — URL: <https://scispace.com/papers/k-probleme-immersivnosti-realnykh-i-virtualnykh-prostranstv-46rg2cq0qxt3> (дата обращения: 19.04.2025).
- [11] Rusakova O.F. Kommunikativnye strategii performativnogo diskursa // Diskurs-Pi. — 2014. — № 1 (14). — S. 12–14: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/tphmqz> (дата обращения: 19.04.2025).
- [12] Timohina M. Yu., Koshkin D. F. Sovremennye tendencii arhitektury vody v predmetno-prostranstvennoj srede goroda // Izv. KGASU. — 2018. — № 4 (46). — S. 185–192: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-arhitektury-vody-v-predmetnoprostranstvennoj-srede-goroda/viewer> (дата обращения: 19.04.2025).
- [13] Farenik A. S. Metodologiya issledovaniya performans kak formy iskusstva // Artikul't. — 2022. — № 2 (46). — S. 6–26. — DOI: 10.28995/2227616520222632 (дата обращения: 19.04.2025).
- [14] Kuc S., Ruban L. Contemporary Water Landscapes. Trends, Issues and Techno-creation // GSTF Journal of Engineering Technology (JET). — 2014. — Vol. 3. — № 1. — P. 96–105. — DOI: 10.5176/2251-3701_3.1.116 (дата обращения: 19.04.2025).
- [15] Pérez-Gómez A. Architecture as a Performing Art: Two Analogical Reflections // Architecture as a Performing Art. — England: Ashgate, 2013. — P. 15–25: [сайт] — URL: <https://www.architecturenorway.no/questions/histories/perez-gomez-performance/> (дата обращения: 19.04.2025).
- [16] Samson K., Juhlin C. L. Z. Performative Urbanism. — Roskilde Universitet, 2017. — 28 p.: [сайт] — URL: https://rucforsk.ruc.dk/ws/files/63172319/Performative_Urbanism_Autumn_2017_Juhlin_Samson.pdf (дата обращения: 19.04.2025).

References

- [1] Avksent'eva T.V., Volosatova S.A. Rol' vody v gorodskom prostranstve // Izv. KGASU. — 2015. — № 4 (34). — S. 1–9: [сайт] — URL: https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2015/97_104_Avksenteva_Volosatova.pdf (дата обращения: 19.04.2025).
- [2] Vinnickij M.V. Performans v arhitekture // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. — 2021. — № 3 (50). — S. 52–57: [сайт] — URL: https://uniip.ru/wp-content/uploads/2021/10/09_av_3-202150.pdf (дата обращения: 19.04.2025).
- [3] Vinnickij M.V. Performativnyj podhod v dizajne gorodskoj srede // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. — 2022. — № 2 (53). — S. 94–99: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48967944> (дата обращения: 19.04.2025).
- [4] Volichenko O., Curik T. Immersivnye praktiki v prostranstve sovremennogo parka // Proekt Bajkal. — 2024. — T. 21. — № 80. — S. 89–95: [сайт] — URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/2337> (дата обращения: 19.04.2025).
- [5] Demshina A.Yu. Dialogicheskoe postroenie art-prostranstva kak forma razvitiya sovremennoj kul'tury // Vestn. SPbGUKI. — 2017. — № 2. (31). — S. 44–48: [сайт] — URL: [https://vestnik.spbgik.ru/vestnic_jurnal/340268---22203044_2017_-2\(31\)/0044-0048_Demshina.pdf](https://vestnik.spbgik.ru/vestnic_jurnal/340268---22203044_2017_-2(31)/0044-0048_Demshina.pdf) (дата обращения: 19.04.2025).
- [6] Drobysheva E.E. Arhitektonika performativnogo prostranstva // Mezhdunarodnyj zhurnal issledovanij kul'tury. — 2022. — № 3 (48). — S. 118–129: [сайт] — URL: <https://culturalresearch.ru/article/arhitektonika-performativnogo-prostranstva/> (дата обращения: 19.04.2025).
- [7] Karakova T.V. Performans perforacii v dizajne srede i v arhitekture // Vestn. SGASU. Gradostroitel'stvo i arhitektura. — 2011. — № 1. — S. 41–43: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20316343> (дата обращения: 19.04.2025).
- [8] Krasnova T.V., Permyakov M.B. Tvorcheskie podhody k formirovaniyu imidzha gorodskoj srede sredstvami arhitektury i dizajna // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. — 2019. — № 2. — S. 89–93: [сайт] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37034415> (дата обращения: 19.04.2025).

Статья поступила в редакцию 20.04.2025.
Опубликована 30.06.2025.

Винницкий Максим Валерьевич

кандидат архитектуры, профессор, Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н.С. Алферова (УрГАХУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: miskam2007@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0003-2610-074X

Vinnitskiy Maksim V.

PhD in Architecture, Professor, Ural State University of Architecture and Art named for N.S. Alferov (USUAA), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: miskam2007@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0003-2610-074X

Формула Невьянской башни

Показано применение ординационного метода анализа пропорций фасадов зданий на примере Невьянской наклонной башни (г. Невьянск). Критерии анализа обосновываются через применение аналогичных категорий, найденных в смежном виде искусства — музыке. Перевод найденных геометрических соотношений в звуковую форму подтверждает общность гармонических принципов архитектурной и музыкальной форм.

Ключевые слова: анализ пропорций, ординация, строй, архитектурная гармония, Невьянская башня, Арсенальная башня.

Parkulab S. A.

The Nevyanskaya tower's formula

The article is devoted to demonstrating the ordination method of analyzing the proportions of building facades using the example of the Inclined Nevyanskaya Tower (Nevyansk). The criteria of the analysis are justified through the application of similar categories found in a related art form — music. The translation of the found geometric relationships into a sound form confirms the commonality of the harmonic principles of architectural and musical forms.

Keywords: proportion analysis, ordination, structure, architectural harmony, Nevyanskaya Tower, Arsenal Tower.

Цель работы

Выявление строя (совокупности ординат, связанных с собой системой соотношений, основанных на принципах гармонии) Невьянской башни. Установление аналогии в организации архитектурной и музыкальной форм при помощи нового авторского метода анализа размерных характеристик.

Задачи работы

- 1 Кратко охарактеризовать историю строительства и особенности, связанные с конструкцией и наклоном Невьянской башни.
- 2 Дать обзор попыток и результатов других исследователей изучить пропорции Невьянской башни.
- 3 Провести авторский пропорциональный анализ гармонического построения архитектурных форм башни.
- 4 Установить общие категории пропорционального построения форм в архитектуре и музыке.

Предмет исследования

Архитектурный и музыкальный строй Невьянской башни.

Методы исследования

- 1 Анализ размерных характеристик Невьянской башни с точки зрения соразмерности целого и его частей.
- 2 Установление аналогии подобию соразмерности архитектурной и музыкальной форм.

Границы исследования

Фронтальные изображения ортогональных фасадных форм Невьянской башни, выполненных в масштабе.

Некоторые сведения о предмете исследования

В феврале 2025 г. Невьянская наклонная башня Демидовых закрывается на ремонт [6], а значит, пришло время еще раз вспомнить об уникальных характеристиках этой архитектурной жемчужины.

Невьянская наклонная башня — уникальный памятник архитектуры первой четверти XVIII в. Имя архитектора-строителя неизвестно. Построена в 1721–1725 гг. по приказу Акинфия Демидова из подпятаго кирпича. Основание — квадрат $9,5 \times 9,5$ м, высота 57,5 м, отклонение от вертикали вверх 1,86 м на юго-запад, толщина стен в нижней части доходит до 2 м, а вверх — до 32 см. По внешнему виду башня напоминает русские шатровые колокольни: состоит из четверика и трех восьмигранных ярусов с балконами. Венчает ее шатрообразный купол с флюгером и «шаром-солнцем с шипами» — молниеотводом. Флаг-флюгер имеет длину 1,75 м, вес 25 кг. На нем изображен дворянский герб Демидовых.

Громоотвод на Невьянской башне установлен почти на четверть века раньше, чем Бенджамин Франклин сделал свое открытие. Демидовский громоотвод — шар диаметром около 30 см и толщиной металла 1 мм, полый внутри. К нему приковано 25 также полых треугольных остроконечных шипов длиной около 40 см. Почти все лучи полностью разрушены, а на шаре остались оплавленные отверстия от попадания молний.

В четверике размещались заводская лаборатория, архив, казначейская контора, тюрьма. В верхней части расположена слуховая комната, где слово, сказанное тихим шепотом,



Паркулаб Сергей Александрович

доцент, Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н. С. Алферова (УрГАХУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: gertp@yandex.ru

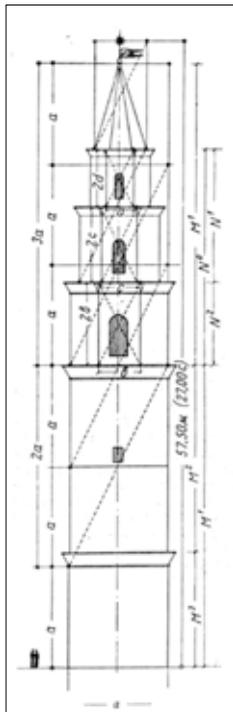


Иллюстрация 1. Схема пропорционального построения Невьянской башни, выполненная Р. П. Подольским [9, 23]

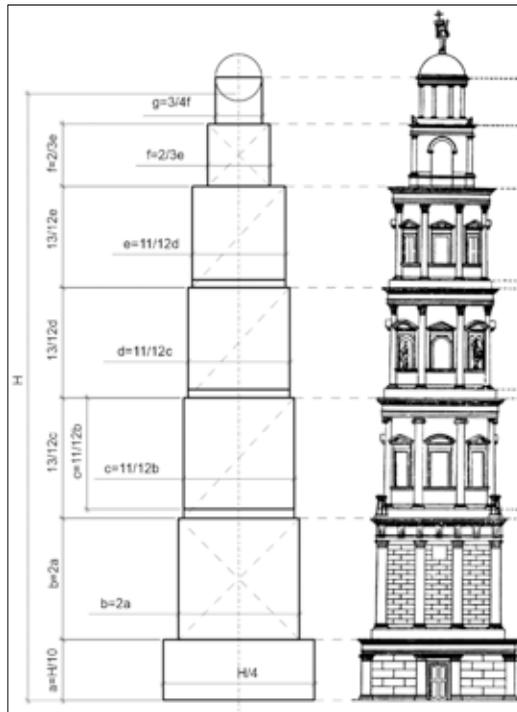


Иллюстрация 2. Построение «идеальной башни» Альберти. Чертеж С. А. Паркулаба. За основу изображения взято [4, 116]

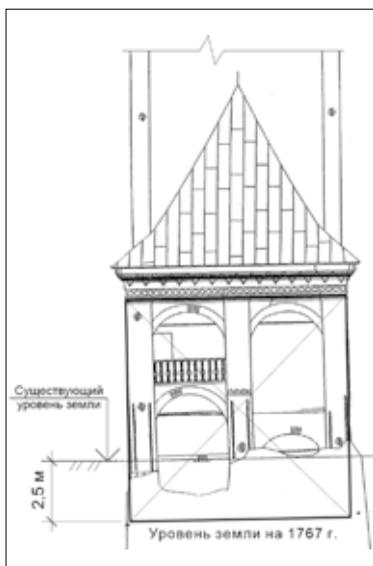


Иллюстрация 3. Изменение культурного слоя. Чертеж С. А. Паркулаба

том в одном углу, громко раздается в противоположном по диагонали, а человек, стоящий в центре комнаты, ничего не слышит.

Ответа на вопрос о причинах наклона башни нет. Мнения сводятся к двум версиям:

1 Башня построена наклонной осознанно (если верить легендам, строил ее итальянский архитектор наподобие Пизанской падающей башни).

2 Башня достраивалась с учетом появившегося наклона, который возник под действием грунтовых вод.

На Невьянской башне впервые применили железобетонные балки — сочетание двух разнородных материалов, дающих при совместной работе прекрасную систему, широко используемую лишь в XX в. — в аналогичном сочетании железа и бетона.

В башне очень много металла: дверные и оконные коробки отлиты из чугуна, полы и балконы выстланы чугунными плитами. Внутри башни — металлический каркас, места выхода которого скреплены на стенах чугунными шайбами (он одновременно служит и заземлением). Звенья перил на балконах — прекрасное чугунное художественное литье.

О предыдущих анализах пропорций

Перед тем как изложить наше видение пропорций Невьянской башни, обратимся к схеме пропорционального построения башни (Иллюстрация 1), выполненного Р. П. Подольским в журнале «Академия архитектуры» в 1936 г. [10, 23]. Данная схема была основана лишь на «описи общих размеров» от 1767 г., ниже шатровой части достаточно точно совпадающая с чертежами по современным обмерам

[7], при этом шатровая часть имеет существенное несоответствие.

Пропорциональная схема Р. П. Подольского строится на предположении, что фронтальная композиция до основания шпиля вписывается в 6 квадратов, нижний из которых ограничивается шириной четверика (с боков), слезником кровли пристройки (сверху) и уровнем земли на 1767 г. (снизу). С использованием современных обмеров нами перепроверено данное построение. Установлено, что из-за несоответствия шатровой части верхний из шести квадрат шпиля, а без этого три верхних квадрата вообще теряют какое-либо значение в пропорциональном построении, лишь засоряя схему. Не показалась убедительной предложенная система наклонных линий, призванная упорядочить пропорции ярусов восьмерика, так как в этом случае высоты этих ярусов должны были бы находиться в геометрической пропорции, чего на самом деле нет. Однако идея того, что в основании башни лежит квадрат, составляющий треть той части восьмерика, которая видима на 1767 г., выглядит интересной. Подобный квадрат (правда, стоящий на цоколе) фигурирует в последовательном построении «идеальной башни» в трактате Л.-Б. Альберти (см. [4, 115]) (Иллюстрация 2). В современном виде нижний ярус Невьянской башни не выглядит квадратным, но, построив такой квадрат на проекции современного обмера, мы получаем свидетельство, что уровень земли 1767 г. мог бы быть на 2,5 м ниже современного уровня (Иллюстрация 3). Можно также предположить, что на момент замысла и начала постройки (1721 г.) был еще и цоколь, а уровень земли был еще ниже. Наличие такого мощного культурного слоя косвенно подтверждается залеганием в непосредственной близости от башни насыпного грунта (шлака) с глубиной 4,5 ... 7,8 м от нынешней поверхности [5, 244].

Критерии поиска

Наш анализ строится на предположении, что при построении пропорций зодчими были приняты следующие приемы гармонизации:

1 Применение устойчивых «музыкальных» соотношений. Размеры элементов имеют взаимные отношения геометрических размеров в виде обыкновенных дробей, где в числителе и знаменателе применяются натуральные числа от 1 до 12. Особое внимание уделяется «регистрам» отношениям: это октавное отношение — 1/2 и дробь 1/3.

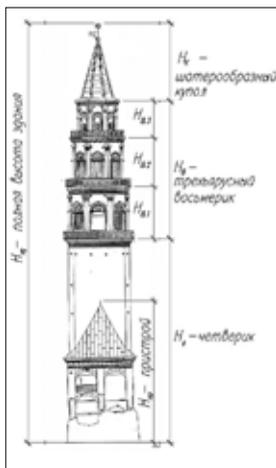


Иллюстрация 4. Основные членения башни. Чертеж С. А. Паркулаба

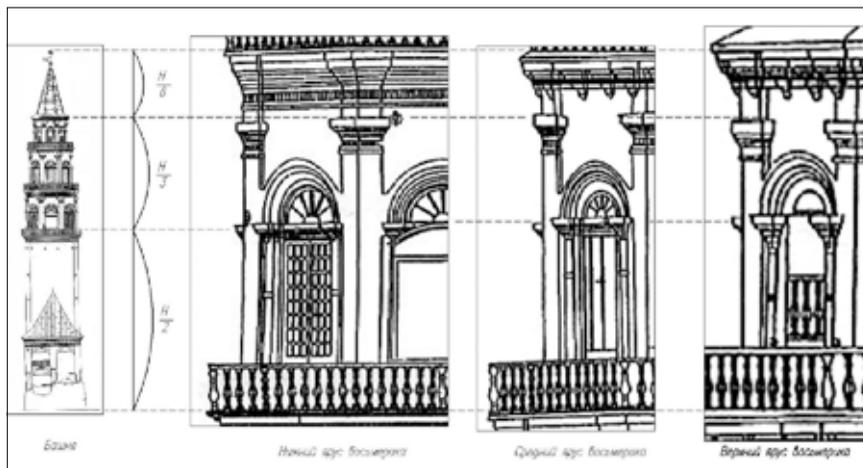


Иллюстрация 5. Ординационное линейное подобие. Ярусы восьмерика, изображенные в масштабе башни. Чертеж С. А. Паркулаба

2 Элементами для сравнения могут выступать полная высота постройки или любые целостные части фронтальной композиции, визуально отделенные от других частей. Такие элементы, в свою очередь, могут делиться на составные части, т. е. среди элементов существует иерархия.

3 Геометрическая связь элементов может устанавливаться при помощи размерных цепочек в виде: а) геометрической прогрессии, б) арифметической, геометрической или других пропорций, в) посредством линейного или плоскостного подобия.

В целом суть предлагаемого пропорционального анализа сводится к установлению геометрически-логических связей между элементами фронтальной архитектурной композиции. Это отсылает нас к теории систем, где предмет исследования определяется как «совокупность взаимодействующих разных функциональных единиц <...> связанная со средой и служащая достижению некоторой общей цели путем действия над материалами, энергией, биологическими явлениями и управления ими» [14, 6] или «устройство, процесс или схема, которые ведут себя согласно некоторому предписанию» [13, 31]. Непосредственно «теория систем исходит из предположения, что внешнее поведение любого физического устройства может быть описано соответствующей математической моделью» [12, 2]. [курсив наш. — С. П.]. Наиболее прочные связи просматриваются среди элементов одного уровня иерархии в едином целом либо в отношениях «целое — часть».

Отметим, что в описании последовательного построения приводимой выше «идеальной башни» уже Л.-Б. Альберти также использует перечисленные нами принципы: устойчивые отношения, геометрические последовательности размеров, плоскостное подобие элементов (Иллюстрация 2). Заметим, в описании пропорций, приводимых Альберти, не обошлось и без неточностей (странным образом купол со шпилем и часть верхнего яруса не вошли в расчет полной высоты), но это уже предмет другого исследования.

Анализ пропорций

Невьянская башня состоит из следующих частей (Иллюстрация 4): 1) четверик H_4 ; 2) трехъярусный восьмерик H_8 ; 3) шатерообразный купол $H_к$ с флагом-флюгером; 4) пристрой-крыльцо с трехскатной кровлей, присоединенный к четверику $H_{пр}$.

Установление ее ординационного строя требует восстановления величины культурного слоя вокруг ее основания, что одновременно позволило бы определить первоначальную высоту башни (главной ординаты $H_{зд}$). Следуя принципу устойчивости, главная ордината должна быть такой, чтобы устойчивые промежуточные ординаты были ей кратны. Нижняя отметка легко находится в предположении, что линия, разделяющая четверик от нижнего восьмерика, делит полную высоту здания в октавном отношении, т. е. пополам:

$$H_4 = H_8 + H_к = \frac{H_{зд}}{2}.$$

Как и предполагалось, в этом случае подошва башни находится ниже существующего уровня земли. С учетом этого еще две характерные ординаты (совокупная высота трехъярусного восьмерика H_8 и шатер вместе с громостомом $H_к$) оказываются равны, соответственно, трети и шестой части высоты над башней:

$$H_8 = \frac{H_{зд}}{3}; H_к = \frac{H_{зд}}{6}.$$

Шатер башни является завершающей формой постройки, по которой находим ее коэффициент ординации (величина, показывающая отношение «целого» к ее остатку за вычетом верхнего завершения):

$$K_{орд} = \frac{5H_{зд}}{6H_{зд}} = 1,2.$$

Основные членения башни без учета крыльца выстраиваются в консонансный ряд:

$$H_4 : H_8 : H_к = \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{6}.$$

Линейное подобие проявляет себя в том, что этот ряд дублируется и в членениях каждого из ярусов восьмерика (Иллюстрация 5). Антаблемент (пространство выше колонны) занимает $1/6$ часть яруса, это означает, что их коэффициент ординации также равен $K_{орд} = 1,2$. В то же время при помощи уступов окон достаточно точно обозначены половинные высоты ярусов. Сами ярусы восьмерика подобны друг другу, за исключением перил, высота которых зависит только от роста человека. Налицо применение линейного подобия, когда часть здания подобна целому (в математике такое явление называется фракталом).

Таблица 1. Звуковая аналогия пропорций членений Невьянской башни

Высота элемента	Основные членения Невьянской башни				Членения восьмерика		
	$H_{зд}$	H_4	$H_{зд}-H_к$	H_8	$H_{8,1}$	$H_{8,2}$	$H_{8,3}$
Численное отношение	1	1/2	5/6	1/3	1/8	1/9	1/12
Соответствующая частота, Гц	110	220	132	330	880	990	1320
	Ля большой октавы	Ля малой октавы	До малой октавы	Ми 1 октавы	Ля 2 октавы	Си 2 октавы	Ми 3 октавы
Нотное обозначение аккорда	Развернутый аккорд Ля-минор (Am) 				Развернутый Ля-минор нона-аккорд (Am9) 		

Высота каждого яруса также находится в «консонансе» с высотой башни. Нижний составляет восьмую, средний — девятую, а верхний двенадцатую часть общей высоты:

$$H_{8,1} = \frac{H_{зд}}{8}; H_{8,2} = \frac{H_{зд}}{9}; H_{8,3} = \frac{H_{зд}}{12}.$$

Как мы видим, вместе они с небольшой погрешностью составляют треть высоты:

$$\frac{H_{зд}}{8} + \frac{H_{зд}}{9} + \frac{H_{зд}}{12} = 0.32 \approx \frac{H_{зд}}{3} = 0.33.$$

Справедливости ради отметим, что отношение двух верхних ярусов восьмерика к полной высоте восьмерика действительно (как у Р. П. Подольского) находится в соотношении золотого сечения, что лишь добавляет дополнительную связь между элементами:

$$\frac{\frac{H_{зд}}{8} + \frac{H_{зд}}{9} + \frac{H_{зд}}{12}}{\frac{H_{зд}}{9} + \frac{H_{зд}}{12}} = 1,64 \approx 1,618 = \varphi.$$

Еще две характерные отметки подтверждают правильность выбора нахождения начальной отметки подошвы здания. Высота крыльца с кровлей составляет $H_{зд}/3$, а без кровли — $H_{зд}/5$.

Какова роль кратности в соотношениях архитектурных элементов? Почему именно эти соотношения, еще пифагорейцами названные «музыкальными», мы считаем устойчивыми? Автор полагает, что подобно тому, как человеческое ухо воспринимает благозвучными лишь те сочетания звуков, длина волны которых различается в соотношениях малых чисел (1/2, 1/3, 2/3, и т. п.), так и человеческий глаз получает позитивную эмоцию восприятия элементов, геометрические размеры которых находятся в этих же соотношениях. Например, если заставить сначала зазвучать незажатую натянутую гитарную струну, а потом ее же, но зажатую на двенадцатом ладу (именно в этом месте струна делится ровно пополам), то слышимые звуки настолько благозвучны, что сливаются в единый октавный звук; если зажать пятый лад (деление на 2/3 струны), то звучит консонансный квинтовый интервал. По аналогии, переходя с восприятия геометрических форм, несложно заметить позитивный эмоциональный отклик на деление отрезка в отношениях 1/2 или 2/3.

Музыкальные аналогии

К музыкальным аналогиям зодчие приходили и ранее. Если Витрувий просто дает перечисление музыкальных интервалов [2], то в рассуждениях Л.-Б. Альберти музыкальная теория строго ограничивала его кругом целых и рациональных чисел. Альберти «омузыкаливал» иррациональные числа, например, значение $\sqrt{2}$ он заменял на $10/7$ (так как $\frac{10^2}{7^2} \approx 2$) [4, 149]. Огромный вклад в поиск «архитектурной музыки» сделал Г. Д. Гримм [3], однако практического применения музыкальных аналогий при построении архитектурных произведений им не проведено. Н. А. Васютинский [1, 64] предложил идею, где высоты архитектурных элементов могут соответствовать звуковой волне, что было проверено нами. Методика архитектурной аналогии описана и нами [9].

Проверим, какие музыкальные соотношения содержатся в пропорциях Невьянской башни, проявятся ли благозвучие в пропорциях ее форм. Для этого примем в соответствие полной высоты башни $H_{зд}$ основной тонический звук и назовем его как нота *Ля малой октавы*. Тогда высота четверика будет соответствовать октаве относительно тоники: ноте *Ля первой октавы*. Найденный нами коэффициент ординации $K_{орд} = 1,2 = 6/5$, в данном объекте неизменно показывающий завершение «целого» (отношение, в котором высоты ордера четвериков соотносятся к высотам колонн, а также полная высота башни к высоте ниже шатровой части), соответствует интервалу малая терция, придавая минорный характер звучания относительно тоники. Высота восьмерика H_8 дает квинтовое звучание. В итоге основные членения башни соответствуют развернутому минорному аккорду Am (Ля-минор). Приведем эти соотношения в Таблице 1. Обратим внимание на то, что частоты звуков соответствуют чистому (нетемперированному) строю.

Выше показано, что каждый из ярусов имеет линейное подобие основным членениям башни, а значит, соответствует подобному развернутому минорному аккорду, но взятому от другой ноты. Такими аккордами стали развернутые Ля-минор (Am), Си-минор (Bm) и Ми-минор (Em), взятые на высших октавах. В функциональном отношении данные аккорды имеют связь с тоникой как доминанта (Em) и двойная доминанта (Bm), аналогом пропорций башни может служить вполне связное короткое музыкальное произведение (Таблица 2).

Таблица 2. Звуковая аналогия ярусов восьмерика башни

	Первый ярус восьмерика			Второй ярус восьмерика			Третий ярус восьмерика		
Высота элемента	$H_{в.1}$	$H_{кол}$	$H_{ок}$	$H_{в.2}$	$H_{кол}$	$H_{ок}$	$H_{в.3}$	$H_{кол}$	$H_{ок}$
Численное отношение	1	5/6	1/2	1	5/6	1/2	1	5/6	1/2
Соответствующая частота, Гц	880	1056	1760	990	1188	2376	1320	1584	2640
	Ля 2 октавы	До 3 октавы	Ля 3 октавы	Си 2 октавы	Ре 3 октавы	Си 3 октавы	Ми 3 октавы	Соль 3 октавы	Ми 4 октавы
Нотное обозначение аккорда	<p>Развернутый аккорд Ля-минор (Am)</p>			<p>Развернутый аккорд Си-минор (Em)</p>			<p>Развернутый аккорд Ми-минор (Em)</p>		

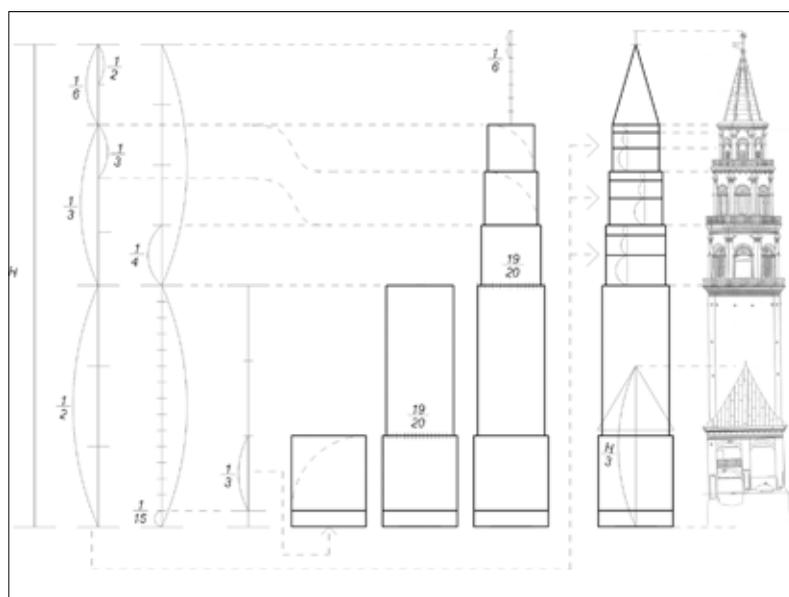


Иллюстрация 6. Графический метод построения пропорций Невьянской башни. Чертеж С. А. Паркулаба

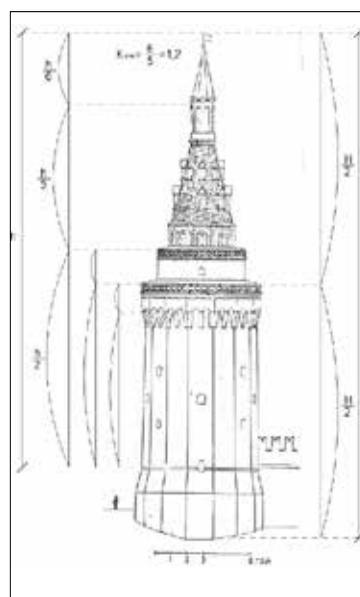


Иллюстрация 7. Анализ пропорций Угловой Арсенальной башни. Чертеж С. А. Паркулаба. По обмеру [8, 74]

Чтобы достичь цели исследования, необходимо восстановить путь построения архитектурной формы. На Иллюстрации 6 показан пошаговый порядок графического построения башни. Формула «целого» $H = \frac{H}{2} + \frac{H}{3} + \frac{H}{6}$, пронизывающая пропорции башни, дает легкое и логичное построение.

Невьянская башня не одинока в своем «звучании». Схожим строем обладает, например, Угловая Арсенальная башня Московского Кремля (та, что находится у Вечного огня), построенная в 1492 г. архитектором Пьетро Антонио Солари и отреставрированная Осипом Бове [11, 77] (Иллюстрация 7). Присутствует та же формула, соответственно, и коэффициент ординации $K_{орд} = 6/5 = 1,2$, дающий минорную окраску.

Заключение

На примере Невьянской башни нами установлены количественные и качественные закономерности в размерных характеристиках архитектурного целого и его

частей. Найдя основные соотношения, мы находим тот замысел, который был заложен зодчим для реализации гармонического строя этого уникального сооружения. Невьянская наклонная башня целиком построена на системе наиболее устойчивых кратных соотношений, полученных делением главной ординаты на 2, 3, 5, 8, 9, 12 и на использовании ординационного подобия. Кроме того, логика построения во многом схожа и с другими постройками той эпохи, что показывает всеобщий характер применения описываемых нами гармонических принципов построения архитектурной формы.

Список использованной литературы

- [1] Васютинский Н. А. Золотая пропорция. — М.: Молодая гвардия, 1990. — 238 с.
- [2] Витрувий Марк Поллион. Десять книг об архитектуре / пер. Ф. А. Петровского. — М.: Изд-во Всесоюз. Академии архитектуры, 1936. — Т. 1. — Кн. 5. — Гл. 4. — 331 с.: [сайт] — URL: <https://antique.totalarch.com/vitruvius/5/4> (дата обращения: 11.03.2025).

- [3] Гримм Г. Д. Пропорциональность в архитектуре. — Л.; М.: ОНТИ, Гл. ред. строит. лит., 1935. — 148 с.
- [4] Zubov V. P. Arhitekturnaya teoriya Al'berti. — SPb.: Aletejya, 2001. — 464 s.
- [5] Лущников В. В., Оржеховский Ю. Р., Долгов А. В. Анализ деформаций и устойчивости наклонной башни в г. Невьянске // Реконструкция городов и геотехническое строительство. — 2003. — № 7. — С. 241–245.: [сайт] — URL: <http://georeconstruction.net/journals/07/files/pdf/0407019.pdf> (дата обращения: 11.03.2025).
- [6] Мешавкин А. Башня на реставрации: как преобразится символ Невьянска в 2025 году // Областная газета. — 2025. — 08. — Январь: [сайт] — URL: <https://oblgazeta.ru/infrastructure-and-construction/overhaul/2025/01/80076/> (дата обращения: 11.03.2025).
- [7] Невьянская наклонная башня. Стереографическая съемка / ООО «Технология-2000»; ОГУК «НПЦ по охране и использованию памятников истории и культуры Свердловской области». — 2001. — 2 л. изображения (северный фасад и восточный фасад). + 1 л. — смета.
- [8] Некрасов А. И. Московский Кремль. Стены и башни // Архитектура СССР. — 1935. — № 10–11. — С. 69–76: [сайт] — URL: <https://lib.cntb-sa.ru/node/774?fragment=page-311> (дата обращения: 11.03.2025).
- [9] Паркулаб С. А., Долгов А. В. Услышать «музыку камня»... // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2009. — № 1. — С. 56–58: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uslyshat-muzyku-kamnya/viewer> (дата обращения: 11.03.2025).
- [10] Подольский Р. П. Падающая башня Невьянского завода // Академия архитектуры. — 1936. — № 6. — С. 19–26: [сайт] — URL: <https://lib.cntb-sa.ru/node/2544?fragment=page-68> (дата обращения: 11.03.2025).
- [11] Романюк С. К. Сердце Москвы. От Кремля до Белого города. — М.: Центрполиграф, 2013. — 909 с.
- [12] Booth T. L. Sequential Machines and Automata Theory. — N.-Y., 1967. — 592 p.
- [13] Ellis D. O., Ludwig F. J. Systems Philosophy. — New Jersey, 1962. — 387 p.
- [14] IEEE Newsletter, Systems Science and Cybernetics Group. — № 7. — May. — 1967.
- [7] Nev'yanskaya naklonnaya bashnya. Stereograficheskaya s'emka / ООО «Tekhnologiya-2000»; OGUK «NPC po ohrane i ispol'zovaniyu pamyatnikov istorii i kul'tury Sverdlovskoj oblasti». — 2001. — 2 l. izobrazheniya (severnij fasad i vostochnij fasad). + 1 l. — smeta.
- [8] Nekrasov A. I. Moskovskij Kreml'. Steny i bashni // Arhitektura SSSR. — 1935. — № 10–11. — S. 69–76: [сайт] — URL: <https://lib.cntb-sa.ru/node/774?fragment=page-311> (дата обращения: 11.03.2025).
- [9] Parkulab S. A., Dolgov A. V. Uslyshat' «muzyku kamnya»... // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. — 2009. — № 1. — S. 56–58: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uslyshat-muzyku-kamnya/viewer> (дата обращения: 11.03.2025).
- [10] Podol'skij R. P. Padayushchaya bashnya Nev'yanskogo zavoda // Akademiya arhitektury. — 1936. — № 6. — S. 19–26: [сайт] — URL: <https://lib.cntb-sa.ru/node/2544?fragment=page-68> (дата обращения: 11.03.2025).
- [11] Romanyuk S. K. Serdce Moskvy. Ot Kremlya do Belogo goroda. — M.: Centrpoligraf, 2013. — 909 s.
- [12] Booth T. L. Sequential Machines and Automata Theory. — N.-Y., 1967. — 592 p.
- [13] Ellis D. O., Ludwig F. J. Systems Philosophy. — New Jersey, 1962. — 387 p.
- [14] IEEE Newsletter, Systems Science and Cybernetics Group. — № 7. — May. — 1967.

Статья поступила в редакцию 11.03.2025.
Опубликована 30.06.2025.

Паркулаб Сергей Александрович

доцент, Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н. С. Алфёрова (УрГАХУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: grtp@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0004-1030-462X

Parkulab Sergey A.

Docent, Ural State University of Architecture and Arts (USAAA), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: grtp@yandex.ru
ORCID ID: 0009-0004-1030-462X

References

- [1] Vasjutinskij N. A. Zolotaya proporcija. — M.: Molodaya gvardiya, 1990. — 238 s.
- [2] Vitruvij Mark Pollion. Desyat' knig ob arhitekture / per. F. A. Petrovskogo. — M.: Izd-vo Vsesoyuz. Akademii arhitektury, 1936. — T. 1. — Kn. 5. — Gl. 4. — 331 s.: [сайт] — URL: <https://antique.totalarch.com/vitruvius/5/4> (дата обращения: 11.03.2025).
- [3] Grimm G. D. Proporcional'nost' v arhitekture. — L.; M.: ONTI, Gl. red. stroit. lit., 1935. — 148 s.
- [4] Zubov V. P. Arhitekturnaya teoriya Al'berti. — SPb.: Aletejya, 2001. — 464 s.
- [5] Lushnikov V. V., Orzhekhovskij Yu. R., Dolgov A. V. Analiz deformatsij i ustojchivosti naklonnoj bashni v g. Nev'yanske // Rekonstrukcija gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo. — 2003. — № 7. — S. 241–245.: [сайт] — URL: <http://georeconstruction.net/journals/07/files/pdf/0407019.pdf> (дата обращения: 11.03.2025).
- [6] Meshavkin A. Bashnya na restavracii: kak preobrazitsya simvol Nev'yanska v 2025 godu // Oblastnaya

Строительные науки

КАФЕ В КОРЕЕ

В Ульджу-гунге, Южная Корея, специалистами бюро Architect-K создано кафе MIGIUI («Неизвестное»), спроектированное так, чтобы органично вписаться в ландшафт и среду. Участок долгое время оставался заброшенным, что дало импульс архитекторам раскрыть его природный потенциал. Рельеф, «израненный» предшествующей незавершенной стройкой, частично восстановили. Сложная петлеобразная форма вдохновлена лесной тропой. Она создает три внутренних двора, визуально связанных с окружением. Карнизы из нержавеющей стали помогают регулировать солнечный свет и в то же время следуют изгибам здания, подчеркивая его обтекаемую форму.

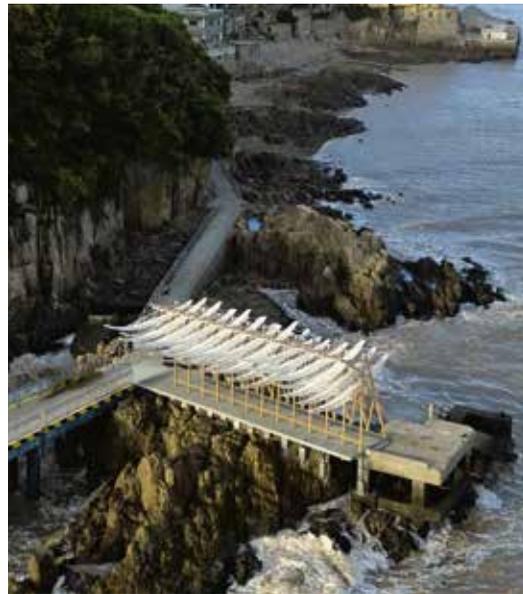
По материалам сайта contemporist.com



ПАВИЛЬОН НА БЕРЕГУ, КИТАЙ

Навес из похожих на листья текстильных элементов защищает павильон, построенный местной архитектурной фирмой GN Architects на отдаленном острове Чайшань в Китае. Его конструкция, возведенная на бывшем грузовом пирсе 1960-х годов рядом с паромным терминалом, напоминает о традиционном присутствии больших деревьев у входов в китайские деревни. Благодаря ей павильон становится своеобразной арт-инсталляцией. Проект стал победителем конкурса, проведенного в рамках правительственной инициативы «Привет, маленький остров», которая направлена на повышение узнаваемости отдаленных островов Чжусаня с помощью архитектурных решений.

По материалам сайта dezeen.com



ОЧЕНЬ СПОРНОЕ РЕШЕНИЕ, ТОРОНТО

Гигантский террасный жилой комплекс King Toronto Residences в канадском Торонто, спроектированный студией BIG, выглядит, как пиксели, и вызывает противоречивые мнения экспертов. Строительство объекта, жилые блоки которого напоминают не только о горах, но и о модульном Habitat-67 Моше Сафди, идет с 2020 года. Как и у Сафди, здесь предусмотрено озеленение крыши и террас, возможно, это позволит избежать монотонности. Для облицовки здания компания BIG создала специальный стеклянный блок. Кроме того, архитекторы занимаются укреплением фасадных конструкций исторических кирпичных зданий на территории будущего жилого комплекса.

По материалам сайта dezeen.com





УДК 69.036

DOI 10.25628/UNIIP.2025.65.2.012

БЕЛЯЕВА З. В., ДУБИНСКИЙ С. И., КОГТЕВА Д. В.

Учет данных метеостанции при расчете ветровых нагрузок: пример Шадринска

**Беляева
Зоя
Владимировна**

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, доцент, заместитель директора по науке и инновациям, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: z.v.beliaeva@urfu.ru

В статье подчеркивается значимость оценки влияния статистических данных и их графического представления о параметрах ветра для расчета ветровых нагрузок метеостанции. Анализ скорости и направления ветра позволяет обеспечивать детальное понимание местных ветровых условий, что необходимо для дальнейших исследований в области разрушения фасадных конструкций и влияния окружающей застройки и рельефа на «чистоту» получаемых результатов. Результаты исследования могут быть использованы для уточнения карт ветровых районов и разработки ресурсов для отслеживания совокупности влияния современной окружающей застройки и климатических особенностей местности.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, скорость ветра, направление ветра, пиковые значения ветровых нагрузок, метеорологическая станция, метеорология.



**Дубинский
Сергей
Иванович**

кандидат технических наук, технический эксперт, АО ВНИИЖТ, Москва, Российская Федерация

e-mail: sergdubserg@gmail.com

Belyaeva Z. V., Dubinsky S. I., Kogteva D. V.

The integration of meteorological station data into the computation of wind forces: Shadrinsk's case study

The article emphasizes the importance of assessing the impact of statistical data and their graphical representation of wind parameters for calculating wind loads of a weather station. The analysis of wind velocity and direction provides a thorough comprehension of local wind patterns, which is essential for further investigations into the degradation of facade structures. Additionally, it allows for a deeper understanding of how surrounding buildings and terrain affect the accuracy of results. The findings can be utilized to refine wind area maps and create tools for monitoring the overall effect of current environmental changes and climatic conditions in the region, thereby contributing to a more accurate assessment of environmental factors.

Keywords: wind load, wind speed, wind direction, peak wind loads, meteorological station, meteorology.



**Когтева
Дарья
Викторовна**

аспирант, инженер, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: kdaryav@inbox.ru

Введение

Важным фактором изучения влияния ветровой нагрузки на здания и сооружения является учет фактических нагрузок, анализ произошедших событий и фиксация реальных значений показателей ветра. В контексте оценки локальных минимумов и максимумов пиковых давлений можно повысить точность моделирования формы здания и провести расчеты для полного набора направлений ветра. Для оценки ресурса фасадных конструкций необходимо рассматривать диаграммы повторяемости ветра по силе и направлению (т.е. «розу ветров») в сочетании со спектральным составом и частотой экстремальных значений [1].

Особое внимание нужно уделить анализу размещения метеостанций, чистоте и статистической изменчивости их показаний, а также удаленности от рассматриваемого здания или сооружения, и исследованию ближайшей застройки и ее влияния на рассматриваемое здание [5].

Актуальность исследования подтверждается работой В. В. Тура, О. П. Мешика, С. С. Дереченника и др. [12] по опыту разработки ГИС

для назначения климатических воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений ввиду региональных особенностей климатических воздействий.

Методология работы.

Обзор существующей литературы

В соответствии с п. 11.1.7 СП 20.13330.2016¹ для сооружений повышенного уровня ответственности аэродинамические коэффициенты можно было определять с применением математического (численного) моделирования ветровой аэродинамики на основе численных схем решения трехмерных уравнений движения жидкости и газа с адекватными моделями турбулентности, реализованных в современных верифицированных лицензионных программных комплексах вычислительной гидрогазодинамики. В Изменении З² того же документа такая возможность исключена, речь

1 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализир. ред. СНиП 2.01.07–85* (с изм. № 1, 2).

2 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализир. ред. СНиП 2.01.07–85* (с изм. № 1, 2, 3, 4).

идет о необходимости проведения испытаний в аэродинамической трубе или ссылке на опубликованные данные исследований. Испытания предлагается провести на последующих стадиях разработки.

В работе [7] отражена проблема изменения местоположения метеостанций в процессе развития планировочной структуры российских городов-миллионников. В Москве, Санкт-Петербурге, Перми, Екатеринбурге, Челябинске, Волгограде, Омске приборы метеостанций со временем получали искаженные неконтролируемой застройкой данные. В [8] описана оценка изменения скоростей ветра и ветровых нагрузок в Краснодарском крае с 1945 по 2012 г., причиной изучения которой стала гипотеза значительного отклонения показателей от значений, используемых для составления нормативных документов по строительной климатологии. В [13] предложена методика построения уточненной розы ветров, содержащей информацию о повторяемости ветров различной силы по 16 направлениям. Ее использование приводит к повышению точности и качества детализации как численного, так и экспериментального моделирования ветровых воздействий на здания и сооружения. В [3; 4] показаны предпосылки учета климатического микрорайонирования для архитектурно-строительного проектирования, что является общим рассмотрением влияния фактических природных воздействий. В [9] продемонстрирован анализ фактических данных и сравнение их с нормативными показателями, указанными в СП 131.13330.2020³, что в совокупности со всеми представленными исследованиями подтверждает актуальность подхода к сбору метеорологических данных для анализа сходимости с нормативными показателями. В [15] отражены акценты внедрения биоклиматологии как приоритетного направления для прогнозирования климатических изменений.

В современных зарубежных исследованиях [16–18] видна тенденция внедрения методов машинного обучения для прогнозирования погоды и оценки влияния климатических факторов, поиска скрытых зависимостей между метеорологическими параметрами и влияния расположения метеостанций, проверки достоверности определяемых клима-

тических параметров, полученных с метеорологических станций. В [19] представлены результаты биоклиматологии в Институте географии, которые превратились в важнейшую область исследований адаптации, напрямую способствуя организации территории в различных регионах страны. Работы [20–23] посвящены установлению особых корреляций и прогнозированию точности получаемых данных для повышения эффективности защитных мер от ветровых воздействий при решении практических задач.

Методы исследования — анализ базы значений климатических показателей, проведение беседы с представителями метеорологической станции г. Шадринска о специфике работы приборов и учета сведений. По результатам полученных материалов проведен синтез факторов развития направления учета климатических факторов при расчетах ветровой нагрузки с помощью систематизации полученных данных.

Влияние расположения метеостанций

Российское законодательство регламентирует требования по охране режима наблюдений метеостанций и назначает границы охранных зон. Однако вопрос контроля соответствия этих требований фактическому положению дел остается нерешенным. Такой контроль необходим на этапах поверки приборов и оборудования метеостанций, а также после каждого изменения даже небольшой части застройки окружающего пространства метеостанции с ведением журнала изменений. Важно понимать, что охранный зона метеорологической станции — зона с особыми условиями — должна отображаться на генпланах города и схеме территориального планирования.

История законодательного регулирования и соблюдения охранного режима метеорологических станций начинается с первых лет СССР. Уже тогда было законодательно закреплено правило оповещения метеостанций о возводимых зданиях и сооружениях, нарушающих требования по высоте и аэрации, близ охранный зоны, с последующим решением проблемы влияния застройки на значения датчиков. В настоящий момент произошло ослабление режима охранной зоны метеорологических станций:

1 Нет четкого обозначения охранной зоны. В действующих нормативных документах прописано, что охранный зона определяется

в зависимости от рельефа местности.

2 Отсутствует регламент использования территории охранной зоны.

Отсюда необходимо провести работы по корректировке градостроительных норм по отображению границ охранных зон, а также доработке регламента их использования⁴.

В российских исследованиях отражены результаты одновременных измерений профилей ветра датчиками на высокой мачте в г. Обнинск. Выводы эксперимента состоят в том, что:

- 1 Содары разного производства демонстрируют высокое качество измерений скорости ветра на высоте 300 м.
- 2 Статистическая связь между измерениями скорости ветра различными инструментами в течение длительной кампании может быть принципиально различной в отдельные дни, что объясняется, вероятно, влиянием некоторых метеорологических факторов.
- 3 Чем дольше период усреднения данных и чем выше уровень сравнения, тем, как правило, ближе статистическая связь между результатами одновременных измерений скорости ветра.

Данные метеостанций важны и при анализе ветровых нагрузок, что сказывается при расчете на осредненных данных для целого ветрового района. Для оценки скорости порывов ветра крайне необходимо обеспечить естественный поток [7]. Для изучения влияния местности, близлежащей застройки к рассматриваемому зданию проанализируем г. Шадринск Курганской области.

Данные метеостанции

Для анализа повторяемости ветра на основании актуальной базы и описания массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России от 2020 г. [2] проведен сбор информации по метеорологическим станциям.

Метеорологическая станция в г. Шадринске (Иллюстрация 1) расположена в южной части города в районе частной застройки. Расположение удовлетворяет требованиям.

В публикации [11] подчеркнута рациональность определения нормативного ветрового давления при помощи статистических данных. С помощью конкретизации расположения объекта на территории города и расположения анемометров можно минимизировать затраты на строи-

⁴ Корректурa генерального плана города Шадринска. Пояснит. записка. МК № 1 от 4 августа 2008 г.

³ СП 131.13330.2020 «Строительная климатология». Актуализир. ред. СНиП 23-01-99*. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru> (дата обращения: 05.03.2025).



Иллюстрация 1. Общий вид метеостанции в г. Шадринске. Фото Д. В. Когтевой. 2024 г.



Иллюстрация 2. Общий вид Шадринска. Автор А. Елов. Источник: <https://elov-andrew.livejournal.com/439037.html>

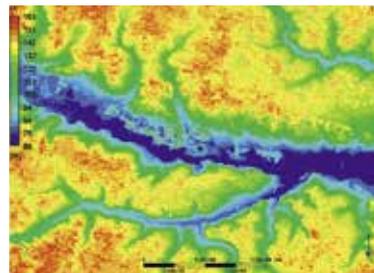


Иллюстрация 3. Высотность местности г. Шадринск. Автор С. И. Дубинский. 2024 г.



Иллюстрация 4. Расположение метеостанции. Автор Д. В. Когтева. Источник: <https://yandex.ru/maps/11159/shadrinsk/sputnik/?ll=63.638873%2C56.065994&z=18>

тельство и увеличить надежность несущих и фасадных конструкций здания.

Анализ застройки и рельефа

Шадринск расположен на Западно-Сибирской низменности в Восточном Зауралье в пределах водораздельного плато, прорезанного долинами р. Исеть и ее левобережного притока р. Канаш. Плато имеет равнинную поверхность, на отдельных участках нарушенную карьерами и отвалами, слабонаклоненную в сторону речных долин. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 82 до 136,6 м. Уклоны поверхности на большей части плато не превышают 5%, лишь на отдельных участках они увеличиваются до 10–20% и более. Город характеризуется типичной для РФ застройкой: малоэтажные (1–2 этажей) и средней этажности здания (3–5 этажей). Зданий повышенной этажности не более 20. На Иллюстрации 2 показано положение метеостанций, чьи восьмисторонние данные (шаг замеров 3 часа) находятся в открытом доступе на сайте ВНИИГМИ-МЦД и обработаны С. И. Дубинским (как и еще для примерно 500 станций).

Для получения застройки используем ресурс openstreetmap.org. Экспортированный файл OSM преобразуем в файл ANSYS APDL с использовани-

ем разработанной программы. После экспорта файла в ANSYS можно проанализировать высотное положение города.

Метеостанция расположена примерно на одном уровне с условным центром города (Иллюстрация 3). Местность сама по себе не является холмистой. Однако прослеживаются тенденции изменения ветровых потоков относительно центра города, отдаленных районов и набережной р. Исеть.

Важным фактором изучения влияния ветровой нагрузки на здания и сооружения является учет фактических нагрузок, анализ произошедших событий и фиксация реальных значений показателей ветра.

Для исследования показаний метеостанции и влияния различных факторов на показания определим ее точное расположение с учетом застройки (Иллюстрация 4).

В Таблице 1 приведены данные со средними значениями для близлежащих метеостанций к г. Шадринску за 1980–2020 гг. Средняя скорость в шести населенных пунктах, включая Шадринск, находится в диапазоне от 2.02 до 3.67 м/с. При этом максимальное среднее значение зафиксировано в г. Курган. Максимальная скорость ветра, согласно статистическим данным, находится в отрезке от 25

до 34 м/с. Значение 34 м/с было отмечено в г. Шадринске.

В Таблице 2 приведена повторяемость скоростей ветра в часах в год за 2015–2020 гг., где по оси X – скорость ветра в отрезке, по оси Y – направление в градусах от условного нуля (0 – северное направление); наиболее повторяющиеся скорости относительно направления ветра показаны красным, наименее повторяющиеся – зеленым.

Сформирована Таблица 4 по данным ВНИИГМИ МЦД в г. Шадринск по точным датам, когда скорость превышала 20 м/с. Наибольшая скорость отмечена 02.05.2007 г. и составляла 34 м/с.

Результаты и обсуждение

Анализируя результаты повторяемости ветров (Таблицы 2, 3), можно сделать вывод, что наиболее повторяемым сочетанием направления и скорости ветра в 1980–2020 гг. был западный ветер 3–4 м/с. Были зафиксированы и переведены в специальную таблицу (см. Таблицу 4) случаи увеличения значения скорости ветра на точные даты, что позволит в дальнейшем исследовать случаи разрушения и произвести сравнительные расчеты на значение точных данных.

Исследование особенностей ветровых воздействий на территории г. Шадринска в фактически произошедших разрушениях будет в дальнейшем подробно проанализировано. Мы рассмотрим расчет пиковых значений на конструкциях фасадов и проанализируем влияние ветровых нагрузок на данные разрушения. Работы будут производиться по следующей схеме: построена трехмерная аэродинамическая модель города с окрестностями, определены поля скоростей ветра для нескольких экстремальных ситуаций, характеризующихся заметными разрушениями. Ветер будет задан исходя из известных данных на точную дату. После сверки зон разрушений по расчету и наблюдениям будет сделан вывод о применимости методов и эффективности анализа метеоданных.

Таблица 1. Осредненные данные с расположенных вблизи г. Шадринска метеостанций по данным ВНИИГМИ МЦД (годы розы ветров для метеостанций за 1980–2020 гг.)

№	Наименование населенного пункта	№ станции	$V_{ср}^1$ м\с	$V_{макс}^1$ м\с	Осадки ср, мм	Осадки макс, мм	$T_{ср}^{\circ}$	$T_{мин}^{\circ}$	$T_{макс}^{\circ}$
1	Тюмень	28367	2.41	27	0.14	77	2.33	-40	35
2	Екатеринбург	28440	2.80	26	0.15	58	3.27	-35	36
3	Верхнее Дуброво	28445	2.02	25	0.16	67	2.43	-36	36
4	Шадринск	28552	2.58	34	0.13	65	3.13	-38	38
5	Памятное	28561	3.24	28	0.11	75	2.04	-42	37
6	Курган	28661	3.67	28	0.11	52	2.83	-38	38

Таблица 2. Повторяемость скоростей и направлений ветра (часов в год) MS_063_39E_56_04N_28552 (2015–2020 гг.)

Скорость ветра, м/с Направ- ление	Скорость ветра, м/с													
	0–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–22	23–24	25–26	27–28
0	10,0	35,0	63,6	66,0	55,2	27,6	12,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22,5	23,0	43,0	64,2	67,2	36,6	13,2	6,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	65,0	86,0	70,2	45,6	35,4	8,4	5,4	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
67,5	134,0	252,0	106,8	39,0	21,6	9,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90	67,0	176,0	136,8	88,8	46,2	11,4	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
112,5	35,0	78,0	66,6	31,2	10,8	5,4	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
135	19,0	73,0	64,8	46,2	11,4	8,4	1,8	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
157,5	26,0	86,0	88,8	75,0	33,0	9,6	3,0	1,8	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
180	64,0	121,0	128,4	106,2	79,8	33,0	16,2	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
202,5	89,0	142,0	211,8	200,4	138,6	92,4	36,0	12,0	3,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
225	175,0	210,0	205,2	185,4	135,0	79,2	28,8	10,8	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
247,5	175,0	265,0	193,8	173,4	137,4	64,8	30,0	13,8	4,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
270	133,0	339,0	256,2	195,0	129,0	65,4	22,8	13,8	3,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
292,5	52,0	107,0	127,8	122,4	100,8	55,8	17,4	9,6	1,8	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0
315	24,0	53,0	78,0	76,8	78,6	36,0	15,6	3,6	2,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
337,5	19,0	35,0	81,6	100,8	70,2	32,4	12,6	2,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 3. Повторяемость скоростей и направлений ветра (ветра в год) MS_063_39E_56_04N_28552 (1980–2020 гг.)

Скорость ветра, м/с Направ- ление	Скорость ветра, м/с													
	0–2	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18	19–20	21–22	23–24	25–26	27–28
0	21,0	46,0	73,7	61,8	52,7	24,9	12,6	3,6	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
22,5	34,0	86,0	71,5	58,7	40,8	13,8	7,9	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	52,0	110,0	70,3	45,5	29,1	10,5	4,4	1,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
67,5	78,0	165,0	98,2	45,6	27,7	10,6	3,9	0,3	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
90	99,0	209,0	127,6	71,5	37,4	14,0	6,9	1,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
112,5	35,0	77,0	56,0	28,1	14,6	5,9	1,9	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
135	42,0	92,0	60,5	35,1	16,9	7,4	3,3	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
157,5	40,0	93,0	79,8	54,5	31,0	13,3	7,2	2,3	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
180	80,0	147,0	138,9	112,9	96,3	49,1	35,3	13,6	4,6	1,5	0,4	0,0	0,0	0,0
202,5	87,0	167,0	174,9	149,8	130,9	77,4	47,7	19,8	7,8	1,0	0,2	0,2	0,0	0,0
225	132,0	222,0	180,4	144,8	109,5	64,5	32,5	17,1	4,9	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0
247,5	126,0	224,0	180,7	149,9	121,9	61,3	34,7	13,9	5,2	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0
270	184,0	376,0	276,4	199,0	154,0	67,8	38,9	15,8	6,8	2,4	0,3	0,1	0,1	0,2
292,5	55,0	145,0	132,6	101,3	79,4	41,4	22,0	9,0	2,4	1,1	0,3	0,0	0,0	0,0
315	37,0	89,0	83,5	71,1	56,6	27,2	15,9	5,0	2,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0
337,5	27,0	72,0	80,9	78,5	57,3	29,5	12,9	4,7	1,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0

Заключение

Моделирование ветровых нагрузок внутри застройки возводимых зданий, анализ результатов внутри устоявшего района помогут предотвратить возникновения дефектов и разрушения зданий и конструкций фасадов, в частности. Нужно с особой важностью относиться к анализу застройки и влияния высоты близлежащих зданий на характеристики ветрового потока. Данная работа вносит большой вклад в развитие направлений исследований взаимосвязи расчетных и фактических ветровых нагрузок, что в дальнейшем предотвратит негативное влияние на конструкции здания.

Список использованной литературы

- [1] Белостоцкий А. М. Прогноз ветровых воздействий в зоне большого Сочи на основе численного моделирования задач аэродинамики // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 27–38: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18973098> (дата обращения: 05.03.2025).
- [2] Бульгина О. Н., Веселов В. М., Разуаев В. Н., Александрова Т. М. «Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России». Свидетельство о государствен-

Таблица 4. Даты скоростей >20 м/с по данным ВНИИГМИ МЦД за 1980–2020 гг. в г. Шадринске

Дата	$V_{\text{макс}}$ в порывах, м/с	Направление		Дата	$V_{\text{макс}}$ в порывах, м/с	Направление	
26.01.1985	20	200	ЮЗ	01.11.1999	20	260	ЮЗ
26.01.1985	20	210	ЮЗ	01.05.1999	24	200	ЮЗ
16.05.1985	22	260	ЮЗ	01.05.1999	22	190	Ю
16.05.1985	21	270	З	09.05.1999	22	210	ЮЗ
24.05.1985	20	300	СЗ	09.05.1999	21	260	ЮЗ
04.06.1985	20	200	ЮЗ	19.05.1999	22	170	ЮВ
20.02.1986	20	290	СЗ	19.05.1999	20	190	Ю
30.04.1986	21	240	ЮЗ	15.09.2001	20	270	З
30.04.1986	20	310	СЗ	08.03.2002	20	240	ЮЗ
01.07.1987	20	200	ЮЗ	09.03.2002	20	240	ЮЗ
10.10.1987	20	180	Ю	07.06.2003	20	225	ЮЗ
10.10.1987	21	160	ЮВ	07.06.2003	20	225	ЮЗ
29.01.1987	22	180	Ю	17.08.2006	20	289	СЗ
30.01.1987	20	180	Ю	17.04.2006	20	225	ЮЗ
30.01.1987	20	180	Ю	17.04.2006	24	247	ЮЗ
08.06.1988	20	270	З	17.04.2006	20	247	ЮЗ
08.06.1988	20	270	З	12.01.2007	20	225	ЮЗ
23.07.1989	20	270	З	14.01.2007	20	225	ЮЗ
23.05.1989	23	200	ЮЗ	02.05.2007	34	270	З
23.05.1989	21	200	ЮЗ	02.05.2007	28	270	З
08.05.1990	20	230	ЮЗ	23.06.2007	26	270	З
08.05.1990	22	300	СЗ	23.02.2008	20	230	ЮЗ
19.06.1990	20	80	СВ	23.02.2008	24	220	ЮЗ
11.01.1992	20	200	ЮЗ	24.02.2008	20	240	ЮЗ
27.01.1993	20	250	ЮЗ	06.03.2008	24	270	З
17.10.1994	20	300	СЗ	10.04.2008	20	260	ЮЗ
20.05.1994	20	270	З	13.04.2008	23	340	СЗ
20.05.1994	20	280	З	18.05.2008	20	276	З
20.05.1994	21	290	СЗ	14.06.2010	20	270	З
20.05.1994	20	320	СЗ	04.09.2011	20	225	ЮЗ
20.05.1994	20	290	СЗ	13.07.2012	21	308	СЗ
28.06.1994	23	60	СВ	30.04.2012	20	314	СЗ
10.08.1996	22	290	СЗ	30.04.2012	20	355	С
25.12.1996	21	180	Ю	23.08.2017	21	160	ЮВ
27.12.1996	20	180	Ю	07.05.2017	20	280	З
11.05.1996	24	230	ЮЗ	28.04.2018	21	164	ЮВ
15.05.1996	21	180	Ю	15.05.2018	20	337	СЗ
25.04.1997	20	270	З	24.05.2018	21	296	СЗ
				21.06.2018	20	238	ЮЗ

ной регистрации базы данных № 2014620549: [сайт] – URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 17.02.2024).

[3] Гиясов А.И. Биоклиматическое районирование – предпосылка для архитектурно-строительного и градостроительного проектирования, планирование территорий // Вестн. МГСУ. – 2023. – Т. 18. – № 1. – С. 24–35: [сайт] – URL: <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/issue/view-Issue/179/185> (дата обращения: 05.03.2025).

[4] Гиясов А.И. Ветровая нагрузка на высотные здания в условиях защищенности // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 11. – С. 62–70: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/376019198_Vetrovaa_nagruzka_na_

[vysotnye_zdania_v_usloviakh_zasishennosti](https://www.researchgate.net/publication/376019198_Vetrovaa_nagruzka_na_vysotnye_zdania_v_usloviakh_zasishennosti) (дата обращения: 05.03.2025).

[5] Дорошенко С.А. Исследование влияния ближайшей застройки на изменение обтекания ветровым потоком высотного здания // Науч. вестн. Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – 2013. – № 1 (29). – С. 9–13: [сайт] – URL: https://sciup.org/sovremennaya_jerodinamicheskie_problemy-v-arhitekture-i-stroitelstve-170204942 (дата обращения: 05.03.2025).

[6] Когтева Д.В. Учет особенностей ветровых воздействий на здания и сооружения сложной формы // Академический вестник УралНИИ-проект РААСН. – 2022. – № 2 (53). – С. 87–92: [сайт] – URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2022/06/14_

[av2-202253.pdf](https://www.researchgate.net/publication/376019198_Vetrovaa_nagruzka_na_av2-202253.pdf) (дата обращения: 05.03.2025).

[7] Павловский А.А. О градостроительных особенностях размещения климатических станций на территории крупнейших российских городов // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Серия 11: Естественные науки. – 2016. – № 1 (15). – С. 62–73: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25933223> (дата обращения: 05.03.2025).

[8] Починок В.П., Тамов М.М., Аксенов А.Г. Тренд-анализ максимальных годовых осредненных скоростей ветра в Краснодарском крае // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 5 (56). – С. 1–17: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41163668> (дата обращения: 05.03.2025).

[9] Разинкова О.А. Анализ сравнения показателей, полученных метеостанцией г. Астрахани, с данными СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» // Научный потенциал организационно-управленческого инжиниринга в реализации инвестиционно-строительного и жилищно-коммунального комплекса: материалы XXIX Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань: АГАСУ, 2021. – С. 72–81. – EDN IXUJTQ. – URL: https://agasy.pf/images/pauka/forum/ves_konf_29.pdf (дата обращения: 05.03.2025).

[10] Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. – М.: Стройиздат, 1984. – 360 с.

[11] Соляник П.Е. Рациональность определения нормативного ветрового давления статистическими методами. Определение подходящей модели описания экстремальных скоростей ветра // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 61–7. – С. 72–77: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43079205> (дата обращения: 05.03.2025).

[12] Тур В.В., Мешик О.П., Деречен С.С. Опыт разработки ГИС для назначения климатических воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2 (115). – С. 84–90: [сайт] – URL: https://www.academia.edu/89616937/Опыт_разработ

- ки ГИС для назначения климатическ воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений (дата обращения: 05.03.2025).
- [13] Федосова А.Н. Моделирование ветровых воздействий на протяженные сооружения в реальных условиях эксплуатации с помощью методики анализа ветровых воздействий // Научное обозрение. – 2016. – № 21. – С. 43–49: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27538648> (дата обращения: 05.03.2025).
- [14] Dayal K., Prasad S. Recent Decade Climate Study of Meteorological Parameters at Automatic Weather Stations around Fiji // Conference: DevNet 2024 Conference – Shifting Landscapes of Development | Future Possibilities for Change @ University of Otago, from 4-6 December 2024 in Dunedin, New Zealand. – 2024. – DOI: 10.13140/RG.2.2.26331.68647.
- [15] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather Using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal // Eurasian Journal of Science and Engineering. – 2024. – Vol. 10. – P. 16–33. – DOI: 10.23918/eajse.v10i2p02.
- [16] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal. – July. – 2023. – 13 p. – DOI: 10.31223/X5CH4H.
- [17] Guero M., Prodjinonto D., Fannou J.-L. C. Correlation of meteorological parameters to characterize wind sites: A case study of N'guigmi, Niger // GlobalNEST International Journal. – 2022. – Vol. 24. – P. 337–343. – DOI: 10.30955/gnj.004155.
- [18] Mayor Salgado L., Farrugia R., Charles G., Sant T. Verifying Meteorological Station Wind Speed Data for Long-Term Resource Studies: The MIA Luqa Wind Databases at Malta // Wind Engineering. – 2013. – Vol. 37. – P. 605–616. – DOI: 10.1260/0309-524X.37.6.605.
- [19] Nguyen Khanh van. Bioclimatology study in modern geography // Ukrainian Geographical Journal. – 2012. – Iss. 3. – P. 35–39.
- [20] Nohani E., Karimipour A., Khazaei Moughani S. et al. Monthly streamflow forecasting based on meteorological data from a nearby station // Water Practice & Technology. – 2024. – Vol. 19. – Iss. 5. – P. 1659–1675. – DOI: 10.2166/wpt.2024.109.
- [21] Osea V., Roslan E. Study on Wind Speed Correlation between UNITEN and Meteorological Station Data for Wind Resource Assessment // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. – 2017. – Vol. 5. – P. 372–378: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/319242300_Study_on_Wind_Speed_Correlation_between_UNITEN_and_Meteorological_Station_Data_for_Wind_Resource_Assessment (дата обращения: 05.03.2025).
- [22] Sun Y., Zhou Y., Hua J. et al. Study on the Application of Meteorological Data Based on K-Means Method to Highway Wind-Blown Sand Protection // Electronics, Communications and Networks. – January. – 2024. – P. 150–158. – DOI: 10.3233/FAIA231187.
- [23] Younis A., Elshiekh H., Yassin Y. et al. Historical Wind Speed Dataset of Meteorological Mast Station in Khartoum // Data in Brief. – 2024. – Vol. 57. – 13 p. – DOI: 10.1016/j.dib.2024.111115.
- zadach aerodinamiki // Mezhdunarodnyj zhurnal po raschetu grazhdanskih i stroitel'nyh konstrukcij. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 27–38: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18973098> (дата обращения: 05.03.2025).
- [2] Bulygina O.N., Veselov V.M., Razuvaev V.N., Aleksandrova T.M. «Opisanie massiva srochnyh dannyh ob osnovnyh meteorologicheskikh parametroh na stanciyah Rossii». Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh № 2014620549: [сайт] – URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#opisanie-massiva-dannyh> (дата обращения: 17.02.2024).
- [3] Giyasov A.I. Bioklimaticheskoe rajonirovanie – predposylka dlya arhitekturno-stroitel'nogo i gradostroitel'nogo proektirovaniya, planirovanie territorij // Vestn. MGSU. – 2023. – Т. 18. – № 1. – С. 24–35: [сайт] – URL: <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/issue/viewIssue/179/185> (дата обращения: 05.03.2025).
- [4] Giyasov A.I. Vetrovaya nagruzka na vysotnye zdaniya v usloviyah zashchishchennosti // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2023. – № 11. – С. 62–70: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/376019198_Vetrovaa_nagruzka_na_vysotnye_zdaniya_v_usloviyah_zasisennosti (дата обращения: 05.03.2025).
- [5] Doroshenko S.A. Issledovanie vliyaniya blizhajshej zastroyki na izmenenie obtekaniya vetrovym potokom vysotnogo zdaniya // Nauch. vestn. Voronezh. gos. arh.-stroit. un-ta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2013. – № 1 (29). – С. 9–13: [сайт] – URL: <https://sciup.org/sovremennye-ajerodinamicheskie-problemy-v-arhitekture-i-stroitelstve-170204942> (дата обращения: 05.03.2025).
- [6] Kogteva D.V. Uchet osobennostej vetrovyh vozdeystvij na zdaniya i sooruzheniya slozhnoj formy // Akademicheskij vestnik UralNIIproekt RAASN. – 2022. – № 2 (53). – С. 87–92: [сайт] – URL: https://academvestnik.ru/wp-content/uploads/2022/06/14_av2-202253.pdf (дата обращения: 05.03.2025).
- [7] Pavlovskij A.A. O gradostroitel'nyh osobennostyah razmeshcheniya klimaticheskikh stancij na territorii krupnejshih rossijskih gorodov // Vestn. Volgograd. gos. un-ta. Seriya 11: Estestvennye nauki. – 2016. – № 1 (15). – С. 62–73: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25933223> (дата обращения: 05.03.2025).
- [8] Pochinok V.P., Tamov M.M., Aksenov A.G. Trend-analiz maksimal'nyh godovyh osrednennyh skorostej vetra v Krasnodarskom krae // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2019. – № 5 (56). – С. 1–17: [сайт] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41163668> (дата обращения: 05.03.2025).
- [9] Razinkova O.A. Analiz sravneniya pokazatelej, poluchennyh meteostanciej g. Astrahani, s dannymi SP 131.13330.2018 «Stroitel'naya klimatologiya» // Nauchnyj potencial organizacionno-upravlencheskogo inzhiniringa v realizacii investicionno-stroitel'nogo i zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa: materialy XXIX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Astrahan': AGASU, 2021. – С. 72–81. – EDN IXYJYQ. – URL: https://agasu.rf/images/nauka/forum/ves_konf_29.pdf (дата обращения: 05.03.2025).
- [10] Simiu E., Skanlan R. Vozdeystvie vetra na zdaniya i sooruzheniya. – M.: Strojizdat, 1984. – 360 s.
- [11] Solyannik P.E. Racional'nost' opredeleniya normativnogo vetrovogo davleniya statisticheskimi metodami. Opredelenie podhodyashchej modeli opisaniya

References

- [1] Belostockij A.M. Prognoz vetrovyh vozdeystvij v zone bol'shogo Sochi na osnove chislennoho modelirovaniya

- ekstremal'nykh skorostej vetra // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. — 2020. — № 61–7. — S. 72–77: [sait] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43079205> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [12] Tur V.V., Meshik O.P., Derechennik S.S. Opyt razrabotki GIS dlya naznacheniya klimaticheskikh vozdeystviy na stroitel'nye konstrukcii zdaniy i sooruzhenij // Vestn. Brest. gos. tekhn. un-ta. Vodohozyajstvennoe stroitel'stvo, teploenergetika i geoekologiya. — 2019. — № 2 (115). — S. 84–90: [sait] — URL: https://www.academia.edu/89616937/Opyt_razrabotki_GIS_dlya_naznacheniya_klimatichesk_vozdeystviy_na_stroitel'nye_konstrukcii_zdaniy_i_sooruzhenij (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [13] Fedosova A.N. Modelirovanie vetrovykh vozdeystviy na protyazhennyye sooruzheniya v real'nykh usloviyah ekspluatatsii s pomoshch'yu metodiki analiza vetrovykh vozdeystviy // Nauchnoe obozrenie. — 2016. — № 21. — S. 43–49: [sait] — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27538648> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [14] Dayal K., Prasad S. Recent Decade Climate Study of Meteorological Parameters at Automatic Weather Stations around Fiji // Conference: DevNet 2024 Conference – Shifting Landscapes of Development | Future Possibilities for Change @ University of Otago, from 4–6 December 2024 in Dunedin, New Zealand. — 2024. — DOI: 10.13140/RG.2.2.26331.68647.
- [15] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather Using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal // Eurasian Journal of Science and Engineering. — 2024. — Vol. 10. — P. 16–33. — DOI: 10.23918/eajse.v10i2p02.
- [16] Dhital S., Lamsal K., Shrestha S., Bhurtyal U. Forecasting Weather using Deep Learning from the Meteorological Stations Data: A Study of Different Meteorological Stations in Kaski District, Nepal. — July. — 2023. — 13 p. — DOI: 10.31223/X5CH4H.
- [17] Guero M., Prodjintono D., Fannou J.-L. C. Correlation of meteorological parameters to characterize wind sites: A case study of N'guigmi, Niger // GlobalNEST International Journal. — 2022. — Vol. 24. — P. 337–343. — DOI: 10.30955/gnj.004155.
- [18] Mayor Salgado L., Farrugia R., Charles G., Sant T. Verifying Meteorological Station Wind Speed Data for Long-Term Resource Studies: The MIA Luqa Wind Databases at Malta // Wind Engineering. — 2013. — Vol. 37. — P. 605–616. — DOI: 10.1260/0309-524X.37.6.605.
- [19] Nguyen Khanh van. Bioclimatology study in modern geography // Ukrainian Geographical Journal. — 2012. — Iss. 3. — P. 35–39.
- [20] Nohani E., Karimpour A., Khazaei Moughani S. et al. Monthly streamflow forecasting based on meteorological data from a nearby station // Water Practice & Technology. — 2024. — Vol. 19. — Iss. 5. — P. 1659–1675. — DOI: 10.2166/wpt.2024.109.
- [21] Osea V., Roslan E. Study on Wind Speed Correlation between UNITEN and Meteorological Station Data for Wind Resource Assessment // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. — 2017. — Vol. 5. — P. 372–378: [sait] — URL: https://www.researchgate.net/publication/319242300_Study_on_Wind_Speed_Correlation_between_UNITEN_and_Meteorological_Station_Data_for_Wind_Resource_Assessment (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [22] Sun Y., Zhou Y., Hua J. et al. Study on the Application of Meteorological Data Based on K-Means Method to Highway Wind-Blown Sand Protection // Electronics, Communications and Networks. — January. — 2024. — P. 150–158. — DOI: 10.3233/FAIA231187.
- [23] Younis A., Elshiekh H., Yassin Y. et al. Historical Wind Speed Dataset of Meteorological Mast Station in Khartoum // Data in Brief. — 2024. — Vol. 57. — 13 p. — DOI: 10.1016/j.dib.2024.111115.

Статья поступила в редакцию 27.02.2025.

Опубликована 30.06.2025.

Беляева Зоя Владимировна

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, доцент, заместитель директора по науке и инновациям, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: z.v.beliaeva@urfu.ru

ORCID ID: 0000-0001-7807-7102

Belyaeva Zoya V.

Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Associate Professor, Deputy Director for Science and Innovation, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: z.v.beliaeva@urfu.ru

ORCID ID: 0000-0001-7807-7102

Дубинский Сергей Иванович

кандидат технических наук, технический эксперт, АО ВНИ-ИЖТ, Москва, Российская Федерация
e-mail: sergdubserg@gmail.com

Dubinsky Sergey I.

Candidate of Technical Sciences, Technical Expert, Railway Research Institute of JSC Russian Railways, Moscow, Russian Federation
e-mail: sergdubserg@gmail.com

Когтева Дарья Викторовна

аспирант, инженер, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: kdaryav@inbox.ru

ORCID ID: 0000-0002-9367-2441

Kogteva Darya V.

Graduate student, engineer, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: kdaryav@inbox.ru

ORCID ID: 0000-0002-9367-2441

Experimental study on abrasion resistance of polished concrete in the water environment



**Razzaq
Alaa Wahhab Razzaq**

PhD student, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Institute of construction and architecture, Yekaterinburg, Russian Federation

e-mail: alaawahhabrazzaq@yandex.com



**Alekhin
Vladimir
Nikolaevich**

Candidate of Technical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

e-mail: referetsf@yandex.ru

With the aim of enhancing the overall durability and performance of concrete structures that are subject to water-related abrasion, this article explores the effects of hydraulic abrasion on polished and non-polished concrete surface using ASTM C1138 test. The results showed that the concrete surface improvement by polished surface with cement powder resulted in a 34% increase in the abrasion resistance of the concrete surface compared to the untreated concrete surface, concrete strength and surface treatment lead to improved abrasion resistance of concrete surfaces in abrasive hydraulic conditions.

Keywords: abrasion resistance, concrete, ASTM C1138, surface polishing, hydraulic structures.

Раззақ А. В. Р., Алехин В. Н.

Экспериментальное исследование эрозионной стойкости полированного бетона в водной среде

С целью повышения общей долговечности и эксплуатационных характеристик бетонных конструкций, подверженных эрозии под воздействием воды, в статье исследуется влияние гидравлического эрозия на полированную и неполированную бетонную поверхность с использованием теста ASTM C1138. Результаты показали, что улучшение качества бетонной поверхности за счет полировки поверхности цементным порошком привело к повышению эрозионной стойкости бетонной поверхности на 34% по сравнению с необработанной бетонной поверхностью, прочность бетона и обработка поверхности повышают эрозионную стойкость бетонных поверхностей в абразивных гидравлических условиях.

Ключевые слова: эрозионная стойкость, бетон, ASTM C1138, полировка поверхностей, гидротехнические сооружения.

Introduction

Hydraulic abrasion refers to the wear and degradation of concrete surfaces that are exposed to flowing water, particularly in areas where sediments are present [14; 24]. Hydraulic abrasion occurs widely in hydraulic structures such as dams, canals, water galleries, spillways, stilling basins and other structures exposed to water flow, such as bridge pillars [10; 11; 15; 18]. This phenomenon is caused by a combination of physical forces such as impact, grinding, initiated by particles like sand, gravel, and debris suspended in the water. As these particles collide with the concrete surface under hydrodynamic forces, gradual abrasion occurs leading to cracking over time [22; 25] (Figure 1). The process of abrasion of concrete under water can be described as the process of spreading small cracks, which leads to physical damage to the concrete [27]. The mechanisms behind hydraulic abrasion can be divided into cavitation and abrasive erosion [11; 19]. Cavitation happens when rapid pressure changes occur in fast-flowing water, resulting in the formation of vapor bubbles that collapse near concrete surfaces. This process can cause significant damage, leading to irregular surface deterioration characterized by deep pits. In contrast, abrasive erosion is caused by solid

particles striking the concrete constantly as they move with the water flow; this type generally results in more even wear patterns [3; 14; 23; 25].

Several factors influence hydraulic abrasion, including the size and density of sediment particles, water velocity, flow characteristics, and the mechanical properties of the concrete itself such as its compressive strength and finishing techniques [1; 12; 19; 24]. Concrete mixtures that include specific aggregates or additives may show increased resistance to abrasion due to enhanced strength or better bonding among components [4; 8; 19]. Understanding these interactions is crucial for predicting how different concrete formulations will perform under specific hydraulic conditions [16]. The interaction between concrete and hydraulic conditions, especially in areas exposed to flowing water and sediment movement, creates a significant challenge for maintaining structural integrity [3; 12; 24].

Processes like abrasion and erosion can significantly reduce the lifespan of concrete surfaces, resulting in increased maintenance costs and potential failures in structural stability. Understanding the mechanisms behind these degradation processes is crucial for both new constructions and repair initiatives [8; 14; 16]. Factors such as mechanical degradation are

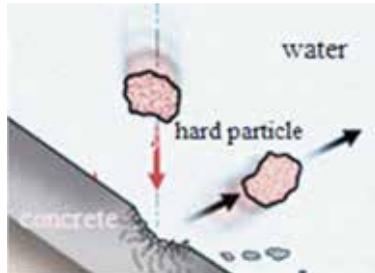


Figure 1. Effects of water-borne hard particles on the concrete surface. Author N. Ristić et al., 2017. Source: [25]

exacerbated by variables including water flow speed, sediment loads, and environmental conditions that promote abrasive wear [22; 24]. Incorporating additives like fly ash or steel fibers can enhance resistance to both mechanical stresses and chemical attacks [8–10; 20]. Ultimately, enhancing concrete durability in waterlogged environments not only improves the functionality of hydraulic structures but also supports sustainability goals by reducing resource waste through an extended service life and decreased repair requirements [15; 16; 22].

Researches [2; 5; 10; 17], etc. on hydraulic abrasion includes laboratory testing methods like ASTM C1138, which simulate real-world scenarios in controlled environments. By evaluating how various concrete compositions withstand abrasives in tests, researchers can develop improved materials specifically designed for use in challenging hydraulic settings. Several researches have been conducted in the field of increasing abrasion resistance in

the concrete of hydraulic structures due to flowing water.

Concrete abrasion in aquatic environments is influenced by hydraulic conditions, concrete characteristics, and operational factors [24]. Water dynamics and solid particles like sand or gravel significantly affect abrasion rates, with water energy impacting abrasion through cavitation and direct contact [11; 19; 25]. Concrete properties are crucial for assessing abrasion resistance, where compressive strength serves as a key indicator; higher strength generally enhances durability against abrasion forces [9; 15; 24]. The water-to-binder ratio (w/b) is also important, as lower ratios improve density and mechanical performance while reducing porosity, thus enhancing abrasion resistance [8; 14; 16; 20]. The quality and type of aggregates used can further influence results, with tougher aggregates providing better durability [1; 6; 24]. Innovations such as fiber reinforcement [8; 9; 17] and additives like fly ash [5; 19; 26] and silica fume [4; 8; 19] can bolster durability by strengthening microstructural integrity. Environmental factors, including temperature fluctuations and freeze-thaw cycles, can exacerbate wear over time [1]. A well-finished surface tends to experience less wear due to fewer imperfections that trap debris [1; 12]. A key advantage of polished concrete is its ability to prevent water intrusion and surface wear. The polishing densifies the concrete, sealing pores that typically allow liquid seepage, which is particularly beneficial in areas exposed to harsh chemicals or moisture

[12]. There is not enough researches on the extent to which polishing the concrete surface affects its abrasion resistance, so it was necessary to conduct this research to assess the abrasion of polished concrete under water.

Methodology

The method for evaluating the abrasion resistance of concrete, especially in hydraulic environments, employs standardized procedures to ensure consistency and reliability in the results. A commonly recognized standard used is ASTM C1138, which outlines the protocols for performing abrasion tests on concrete surfaces submerged in water [7]. The process begins with the preparation of concrete samples that are formed and cured under controlled conditions to achieve the desired compressive strength prior to testing. Once the specimens reach the specified age, they undergo hydrodynamic abrasion testing. During these evaluations, the concrete samples are placed in a watery setting where they are subjected to a stream of water mixed with abrasive materials, simulating actual hydraulic conditions. Typically, this setup involves a rotating drum or similar device that continuously wears down the surface of the concrete over a predetermined period. Measurements are carefully recorded at specific intervals usually at 0, 12, 23, 36, 48, 60 and 72 hours to assess the weight loss experienced by each specimen due to the abrasive forces [7]. This data allows for comparative analysis between different concrete mixtures or formulations. At the conclusion of the testing phase, statistical analyses are performed to evaluate the correlation between compressive strength and abrasion resistance.

This experimental research focuses on underwater abrasion testing of concrete surfaces. Surface abrasion is related to various surface and material parameters, the most effective of which is the type of concrete and its strength. Therefore, the effect of polishing the concrete surface on surface abrasion was evaluated by comparing three concrete mixtures: low strength concrete (LSC), low strength polished concrete (LSPC) and high strength concrete (HSC) and comparing the results.

Materials used

Locally available materials were used to prepare the concrete mix (sand, gravel, cement and water) (Figure 2), Portland cement type 42.5sr was used in the preparation of concrete mixtures as well as in polishing the concrete surface

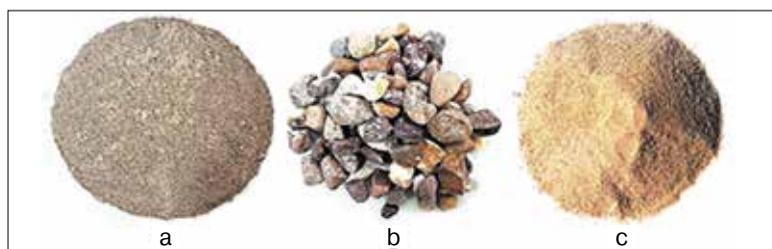


Figure 2. Materials used in the concrete mix. Author A. W. R. Razzaq

Table 1. Design compressive strength and proportions of the components of the concrete mixture. Author A. W. R. Razzaq

Mix ID	Cement kg/m ³	Sand kg/m ³	Gravel kg/m ³	Water kg/m ³	Design compressive strength 28 days MPa	Surface treatment
Low strength concrete (LSC)	380	795	1050	119	20	—
Low strength polished concrete (LSPC)	380	795	1050	119	20	Surface polishing
High strength concrete (HSC)	576	651	1050	128	45	—



Figure 3. Concrete specimens for (a) compressive strength testing (b) abrasion testing. Photo A. W. R. Razzaq

of the low strength polished concrete (LSPC), which works to harden the concrete surface during the polishing process, while the used aggregates were well graded sand and crushed gravel with a maximum size of 19 mm. Ordinary water was used in the preparation of mixtures in this research, as well as it was used in the curing of concrete specimens.

Table 1 shows the details of the three concrete mixtures. Three concrete mixes have been designed, the first is a low strength concrete (LSC), the second is a low strength polished concrete (LSPC) and a high strength concrete (HSC). In this research the weights of concrete mix materials were calculated according to the method of the American Concrete Institute (ACI 211.1–91) [13]. Cement powder was used in the process of polishing the concrete surface (LSPC).

Specimens preparation

The surface abrasion was evaluated on three concrete mixtures with three concrete types, which are low strength concrete (LSC), low strength polished concrete (LSPC) and moderately high strength concrete (HSC). According to ASTM C1138 Standard [7], cement, sand, gravel and water were mixed from each mixture according to the mixing ratios shown in Table 1, 300 mm diameter and 100 mm depth cylindrical discs were cast. As for the preparation of low strength polished concrete (LSPC), As soon as the concrete starts to solidify, i. e. after the initial setting time of the concrete (1–4 hours), the surface is leveled and polished to make it smooth and perfectly flat by a rotating blade used to smooth and level the concrete with the addition of cement powder, which acts as a hardener, is sprayed on the concrete surface during the polishing process. These rotary blades have been passed several times over the surface, starting at a low speed and then gradually increasing the speed to ensure a perfectly polished surface with a smooth degree and high flatness, free of pores and cracks. One day after casting, the specimens' molds were taken off, and they were let to cure before being tested. All discs cured in water for 28 days to conduct the abrasion test using the abrasion testing machine. Five 15 cm (diameter) × 30 cm (height) cylindrical specimens were made from each mixture and tested for compressive strength testing in accordance with ASTM C39 [21] (Figure 3). One day after casting, the specimens' molds were taken off, and they were let to cure before being tested.

Abrasion testing procedure

The apparatus components are outlined as follows: a drill press; an agitation paddle; a cylindrical steel container, measuring 305 ± 6 mm (inside diameter) × 450 ± 25 mm (height), housing a disk-shaped concrete specimen; and 70 steel grinding balls of various size (Figure 4). The water in the container is circulated by the immersed agitation paddle powered by the drill press rotating at a speed of 1200 ± 100 rpm. The circulating water, in turn, moves the steel grinding balls on the concrete surface, producing the desired abrasion effects.

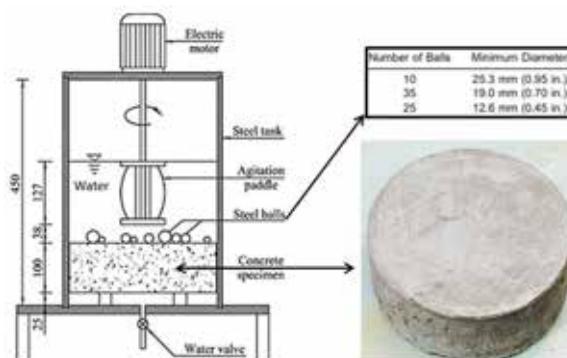


Figure 4. Underwater abrasion resistance test apparatus as per ASTM C1138. Source: [7]

After a 28-day curing time, all of the specimens (discs) were taken out of the curing tank and tested for abrasion resistance test in line with ASTM C 1138. The underwater friction abrasion tests every 12 hr. At the end of every 12 h of operation, the specimen was removed from the test container, the abraded material was flushed off, and the surface was dried. The specimen mass is determined and recorded in the air. Calculation of percentage abrasion weight loss every 12 hours. The abrasion test was conducted for the three mixtures at six steps each of 12 hours, totaling 72 abrasion testing hours. The following formula was used to calculate the percentage abrasion weight loss of each concrete specimen [2]:

$$\Theta = [(m_0 - m_i) / m_0] 100\%, \quad (1)$$

where Θ is percentage abrasion of the concrete specimen, m_0 is mass of the concrete specimen before abrasion test (kg), m_i is mass of the concrete specimen after abrasion test, for each 12 hr. testing interval (kg).

Results and discussion

After a 28-day curing time, all of the specimens were taken out of the curing tank and tested for compressive strength in line with ASTM C39 [21]. The compressive strength was tested at the three ages 28 days for all specimens. Three cylinders for each concrete type were used to estimate the compressive strength of concrete. The 28-day strength of the three mixtures are shown in Table 2. The specimens (discs) were tested for abrasion resistance test in line with ASTM C 1138 [7]. By the formula (1) the percentage abrasion weight loss was calculated of each concrete specimen, the results were obtained shown in the Table 2.

In Table 2 the results of mass losses with abrasion time for low strength concrete (LSC). For the test period of 72 hr., the low strength polished concrete LSPC specimens had low early abrasion mass losses and the rate of loss increased with time as shown in Figure 8. The concretes with surface treatments showed increased abrasion resistance compared to untreated concrete. The mass loss for low strength concrete (LSC) every 12 hours was 2.23%, 3.19%, 4.61%, 5.05%, 5.98%, 6.87%. While the mass loss for low strength polished concrete (LSPC) every 12 hours was 1.19%, 2.01%, 3.05%, 4.96%, 5.92%, 6.75%. The strength of the concrete surface was higher than that of the concrete body. The abrasion resistance of the concrete surface was largely controlled by the strength of the hardener (cement powder), while the abrasion resistance of the underlying concrete was controlled by the strengths of the matrix and aggregate (Figures 5, 6).

The mass losses of low strength concrete (LSC) surfaces were significantly higher than those of the low strength polished concrete (LSPC) surfaces shown in Figure 6. The mass losses of low strength concrete (LSC) surfaces after

Table 2. List of percentage abrasion weight loss with time of all specimens. Author A. W. R. Razzaq

Specimen	Percentage abrasion weight loss %							Compressive Strength after 28 days MPa
	0 hr.	12 hr.	24 hr.	36 hr.	48 hr.	60 hr.	72 hr.	
Low strength concrete (LSC)	0	2.23	3.19	4.61	5.05	5.98	6.87	24.8
Low strength polished concrete (LSPC)	0	1.19	2.01	3.05	4.96	5.92	6.75	26.2
High strength concrete (HSC)	0	0.94	1.98	2.79	3.33	4.11	4.97	50.3

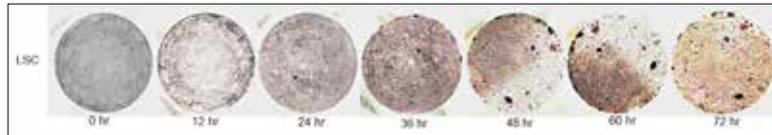


Figure 5. Various stages of abrasion on low strength concrete (LSC) specimen. Author A. W. R. Razzaq



Figure 6. Various stages of abrasion on low strength polished concrete (LSPC) specimen. Author A. W. R. Razzaq

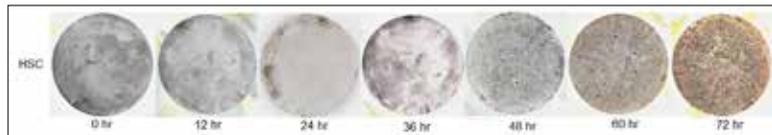


Figure 7. Various stages of abrasion on high strength concrete (HSC) specimen. Author A. W. R. Razzaq

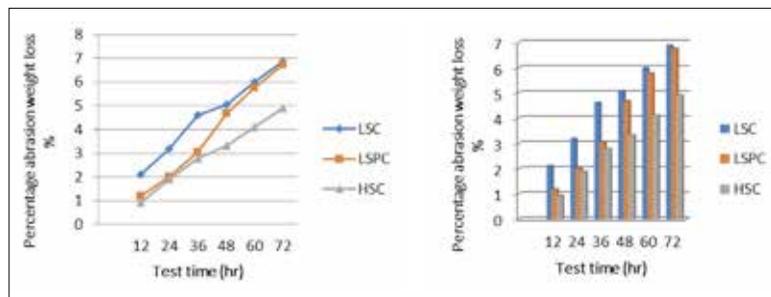


Figure 8. Linear relations of percentage abrasion weight loss with testing time for LSC, LSPC and HSC specimens. Author A. W. R. Razzaq

36 hours of abrasion test were around 4.61% and those of low strength polished concrete (LSPC) surfaces were only 3.05% (Table 2). The results thus confirmed that the surface treatment by polishing surface significantly improved the strength of concrete surface, this is consistent with the previously reported research [12]. The polishing of concrete surface resulted in the increased strength and reduced roughness which contributed to the reduced mass loss. This showed that the surface improvements with treatment were strong and increased the ability to resist abrasion by around 34%.

In Table 2 shows the comparisons of mass loss after a test time of 72 hr. for concretes with compressive strengths of low strength concrete (LSC) 24.8 MPa and high strength concrete (HSC) 50.3 MPa, the mass losses of specimens as a percentage of mass loss of corresponding original concrete specimens were 6.78, 4.97 respectively. For high strength concrete (HSC), the mass losses were relatively small and increased linearly with time (Figure 8). Concretes with high compressive strengths, the mass loss reduced with the increase in strength of concrete as expected. This is consistent with the

previously reported researches [5; 12; 20]. When the concrete had a high compressive strength, the strength of surface concrete was also high and thus had the ability to resist abrasion as well (Figure 7).

We can comparison between LSC, LSPC and HSC. As depicted in the Figures 5–7, LSC specimen with the lowest strength 24.8 MPa, experienced the worst abrasion, while lower abrasion losses were recorded for the specimen HSC higher strength 50.3 MPa. From the figures, it is clear that the eroded regions were approximately more for the LSC specimens, steel balls were able to strip the thin layer from the exposed surfaces, where the coarse aggregates were visible. In contrast, fewer aggregates were stripped from the specimens with the greater strengths HSC. The eroded regions were more visible in the LSC specimens than in the HSC specimens.

It is obvious (Figure 8), the abrasion increases with the decrease of the concrete compressive strength. This trend is also clear by the comparison of the final surface abrasion pictures (Figures 5–7). The differences become clearer between the three concrete grades after the 72 hr. of abrasion testing. This result is directly attributed to the development of surface hardness with the increase of concrete strength, which absolutely results in better abrasion resistance.

Based on the results obtained, polished concrete led to a delay in abrasion in the aqueous environment compared to unpolished concrete with the same components, at 12 hours, 24 hours and 36 hours, the percentage abrasion weight loss in low strength polished concrete (LSPC) were 1.19, 2.01, 3.05, which is close to the abrasion in high strength concrete (HSC) 0.94, 1.98, 2.79 for the same test duration, while at 48 hours, 60 hours and 72 hours the percentage abrasion weight loss of low strength polished concrete (LSPC) were 4.96, 5.92, 6.75, which is close to the percentage abrasion weight loss of low strength concrete (LSC) 5.05, 5.98, 6.87 for the same test duration. The reason is that when the concrete surface was polished and cement powder was added as a hardener, this process leveled the surface, reduced pores and permeability, and made the surface have a smooth and even texture (Figure 9), when testing, the Iron Balls slid over the smooth surface of the poured concrete, causing less corrosive damage compared to unpolished concrete, which has pores and a rather rough surface.

But the high-strength concrete had a greater abrasion resistance than the polished concrete due to the components of the concrete mix, where the abrasion of the concrete depends on the components of the concrete mix and the strength of the concrete. We conclude that polished concrete is an effective solution for abrasion resistance, the abrasion resistance increases from the use of coatings with polishing for the concrete surface, perhaps comparable to the abrasion resistance of high-strength concrete.

Conclusion

The study revealed crucial insights into the factors affecting the abrasion resistance of concrete in hydraulic environments. The ASTM C1138 was utilized to carry out abrasion experimental evaluations. Within the limitations of the variables and test procedures used in this study, cylindrical specimens were evaluated to assess the abrasion resistance of three different kinds of specimens (low strength concrete (LSC), low strength polished concrete (LSPC) and high strength concrete (HSC)). Within the scope of this study, the following can be summarized as the main conclusions:

- 1 With respect to the loss in weight of specimens underwater in the abrasion test, abrasion is more in the case of LSC as compared to the loss in weight of LSPC, which is in great concurrence with the experimental results of the previously conducted study. Concrete surface improvement by polished surface with cement powder resulted in a 34% increase in the abrasion resistance of the concrete surface compared to the untreated concrete surface. The untreated concrete surface had voids or pores at the surface zone whereas the concrete polishing surface was dense and non-porous. When compared to low strength concrete (LSC), low strength polished concrete (LSPC) exhibited noticeably lower surface abrasion losses, which reflects the better anti-abrasion resistance when the concrete surface is polished during construction or repairs.
- 2 The study also emphasized that the strength of concrete plays a crucial role in increasing abrasion resistance. This result emphasizes the importance of careful overall selection during the design of the mixture to improve durability. Optimizing material selection and mixing ratios for concrete and additives with surface treatments can greatly improve the long-term resilience of concrete structures in abrasive hydraulic conditions.
- 3 For all abrasion specimens, the abrasion test results conducted in this study in addition to literature results showed that the abrasion deterioration increased as testing time increased. However, it was found that the time rate of this deterioration was dependent on the age, strength grade and type of the tested concrete specimens.
- 4 Polished concrete has shown to be exceptionally effective in various application scenarios, particularly in hydraulic environments. Its natural durability and resistance to abrasion make it a preferred choice for structures that are exposed to both water and abrasive substances. A notable example is found in hydropower facilities, where polished surfaces significantly minimize wear caused by sediment-laden flows while maintaining structural integrity. The smooth finish also helps reduce drag on the water flowing over these surfaces, thereby improving operational efficiency. Another area where polished concrete excels is in industrial settings marked by heavy foot traffic or machinery operation. The abrasion-resistant nature of polished surfaces leads to lower maintenance requirements and fewer repairs over time, positioning it as a cost-effective option for factories and warehouses.

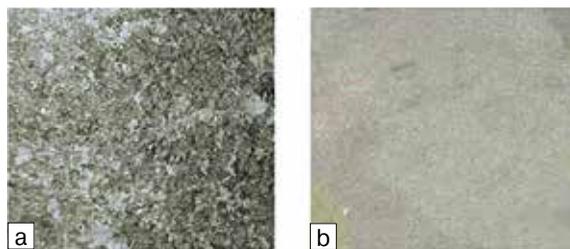


Figure 9. Concrete surface texture (a) non-polished (b) polished. Photo A. W. R. Razaq

References

- [1] Bezrukov E. A. Kavitaciya kak prichina razrusheniya betonnyh gidrotekhnicheskikh sooruzhenij // Forum molodyh uchenyh. – 2020. – T. 48. – № 8. – S. 25–31: [sajt] – URL: https://www.forum-nauka.ru/_files/ugd/b06fdc_a8211071a7e74a4a833c8398d7a778a6.pdf?index=true (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [2] Lam T.V., Bulgakov B.I., Aleksandrova O.V. Issledovanie stojkosti melkozernistykh betonov k poverhnostnoj erozii v vodnoj srede // Vestn. MGUSU. – 2017. – T. 12. – № 1. – S. 41–45: [sajt] – URL: <https://vufind.lib.tsu.ru/Record/tsuab.23512/Details> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [3] Rodionov V.P., Ukolov A.I. Zakonomernosti kavitacionnoj erozii konstrukcionnykh materialov // Vestn. Dagestan. gos. tekhn. un-ta. Tekhnicheskie nauki. – 2017. – T. 44. – № 3. – S. 39–47: [sajt] – URL: <https://vestnik.dgtu.ru/jour/article/view/428> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [4] Taranov D.K., Fedjuk R.S. Metody zashchity ot kavitacionnoj erozii // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2021. – T. 111. – № 9–1. – S. 54–59: [sajt] – URL: <https://search.rads-doi.org/project/7542/object/105222> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [5] Abdulhassan N.A., Hilo A.N., Abid S.R. et al. Underwater surface abrasion of conventional and geopolymer concrete using the ASTM C1138 approach // J. of Materials Research and Technology. – 2023. – Vol. 25. – P. 2556–2569: [sajt] – URL: https://www.researchgate.net/publication/371659464_Underwater_Surface_Abrasion_of_Conventional_and_Geopolymer_Concrete_Using_the_ASTM_C1138_Approach (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [6] Abid S.R., Ali S.H., Murali G., Al-Gasham T.S. A simple suggested approach to reduce the testing time of concrete surface abrasion using ASTM C1138 // Case Studies in Construction Materials. – 2021. – Vol. 15. – 14 p.: [sajt] – URL: https://www.researchgate.net/publication/354350893_A_simple_suggested_approach_to_reduce_the_testing_time_of_concrete_surface_abrasion_using_ASTM_C1138 (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [7] ASTM. Standard test method for abrasion resistance of concrete (underwater method) // ASTM C1138–1997 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete (Underwater Method). – 2 p.: [sajt] – URL: https://cdn.standards.iteh.ai/samples/2366/0f6909620a124cab2a976b86f5818fb/ASTM_C1138-97.pdf (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [8] Ayoob N.S., Abid S.R. Analysis of abrasion rates in concrete surfaces of hydraulic structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 888, 2nd International Conference on Civil and Environmental Engineering Technologies (ICCEET 2020), 10–11 June 2020, University of Kufa, Najaf,

- Iraq. — 10 p.: [сайт] — URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/888/1/012052> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [9] Ayoub N. S., Abid S. R., Hilo A. N., Daek Y. H. Water-impact abrasion of self-compacting concrete // Magazine of Civil Engineering. — 2020. — Vol. 96. — No. 4. — P. 60–69. — DOI: 10.18720/MCE.96.5.
- [10] Bayazit Y., Karakurt C., Bakış R. Abrasion of Concrete on Hydraulic Structures with Underwater Method // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. — 2018. — Vol. 7. — No. 3. — P. 2469–2474: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2018.0703080> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [11] Branco R. L., Fais L. M. C. F., Matim A. L. S. S. et al. The Importance of Erosion Concrete Tests for Hydraulic Surfaces // 7th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Aachen, Germany, 15–18 May 2018. — 11 p. — DOI: 10.15142/T3VW7Q.
- [12] Chindaprasirt P., Ridtirud C. Abrasion and sulfuric acid resistance of floor concrete polishing // Materials Today: Proceedings. — 2023. — 20 April: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.123> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [13] Dixon D. E., Prestera J. R., Burg G. R. et al. Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight, and mass concrete (ACI 211.1–91) // Reported by ACI Committee 211. — 1991. — Reapproved 1997. — 38 p.: [сайт] — URL: https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [14] Galvão J. C. A., Portella K. F., Kormann A. C. M. Abrasive effects observed in concrete hydraulic surfaces of dams and application of repair materials // Abrasion Resistance of Materials. — 2012. — P. 19–34: [сайт] — URL: <https://www.intechopen.com/chapters/31698> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [15] Hamed M. H., Hilo A. N., Al-Ghasham T. S. et al. The evaluation of the abrasion damage in hydraulic structures using the modified test method // In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2021. — Vol. 1058. — No. 1. — DOI: 10.1088/1757-899X/1058/1/012059.
- [16] Horszczaruk E., Brzozowski P. Abrasion resistance and mechanical strength of underwater repair concrete curing under hydrostatic pressure // Construction and Building Materials. — 29 August. — 2023. — Vol. 394: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132256> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [17] Klun M., Šušteršič J., Ercegović R. et al. Underwater Abrasion Resistance of Fibre Reinforced-Latex Modified Concrete with Granulated Rubber // Concrete-Polymer Composites in Circular Economy. Proceedings of the 17th International Congress on Polymers in Concrete (ICPIC 2023). — 2024. — Vol. 61. — P. 485–494: [сайт] — URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-72955-3_49 (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [18] Liang S., Duan L., Geng B. et al. Numerical investigation on erosion characteristics of elevated pile cap in high concentration sediment flow environment // Wear. — 2025. — Vol. 562. — Article 205646: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205646> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [19] Liu Q., Andersen L. V., Zhang M., Wu M. Abrasion damage of concrete for hydraulic structures and mitigation measures: A comprehensive review // Construction and Building Materials. — 2024. — Vol. 422. — Article 135754: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135754> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [20] Liu Y. W., Lin Y. Y., Cho S. W. Abrasion behavior of steel-fiber-reinforced concrete in hydraulic structures // Applied Sciences. — 2020. — Vol. 10. — No. 16. — 13 p.: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.3390/app10165562> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [21] Materials (ASFTA). ASTM C39/C39M-12 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens // West Conshohocken, PA, USA: ASTM. — 2012. — 3 p.: [сайт] — URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/79920/3d22dcb8b928471da6b5ddb91b0cd208/ASTM-C39-C39M-12.pdf> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [22] Melesse G., Kaske Kassa H., Geta M. et al. Study on the Abrasion Resistance of Hydraulic Structures with Different Repair Mortars // J. of Engineering. — May. — 2023. — Vol. 1. — 10 p.: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1155/2023/3077902> (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [23] Messa G. V., Branco R. D. L., Dalfré Filho J. G., Malavasi S. A combined CFD-experimental method for abrasive erosion testing of concrete // J. of hydrology and hydromechanics. — 2018. — Vol. 66. — No. 1. — P. 121–128. — DOI: 10.1515/johh-2017-0042.
- [24] Omoding N. Mechanical degradation of concrete under sediment-laden hydrodynamic flows // Doctoral dissertation, University of Manchester. — Dec. — 2022. — 138 p.: [сайт] — URL: https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/270979435/FULL_TEXT.PDF (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [25] Ristić N., Grdić Z., Topličić-Curčić G. et al. Mechanisms of hydro-abrasive damage and methods of examination of hydro-abrasive resistance of concrete in hydraulic structures // Međunarodna naučno – stručna konferencija SFERA 2017 TEHNOLOGIJE BETONA Zbornik radova III Međunarodna naučno-stručna konferencija SFERA 2017 Tehnologije betona/Mostar, 23. mart 2017. — P. 106–111: [сайт] — URL: https://www.academia.edu/67976464/Mechanisms_of_Hydro_Abrasive_Damage_and_Methods_of_Examination_of_Hydro_Abrasive_Resistance_of_Concrete_in_Hydraulic_Structures (data obrashcheniya: 25.03.2025).
- [26] Tuan N. A., Nga N. T. T., Khai L. T. Q. et al. Combination of additives to characteristics of concrete in marine works // Magazine of Civil Engineering. — 2022. — № 112 (4). — Article No. 11204. — 11 p. — DOI: 10.34910/MCE.112.4.
- [27] Zhu X., Bai Y., Chen X. et al. Evaluation and prediction on abrasion resistance of hydraulic concrete after exposure to different freeze-thaw cycles // Construction and Building Materials. — 2022. — Vol. 316. — Article No. 126055: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126055> (data obrashcheniya: 25.03.2025).

Список использованной литературы

- [1] Безруков Е. А. Кавитация как причина разрушения бетонных гидротехнических сооружений // Форум молодых ученых. — 2020. — Т. 48. — № 8. — С. 25–31: [сайт] — URL: https://www.forum-nauka.ru/_files/ugd/b06fdc_a8211071a7e74a4a833c8398d7a778a6.pdf?index=true (дата обращения: 25.03.2025).
- [2] Лам Т. В., Булгаков Б. И., Александрова О. В. Исследование стойкости мелкозернистых бетонов к поверхностной эрозии в водной среде // Вестн.

- МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 1. – С. 41–45: [сайт] – URL: <https://vufind.lib.tsu.ru/Record/tsuab.23512/Details> (дата обращения: 25.03.2025).
- [3] Родионов В. П., Уколов А. И. Закономерности кавитационной эрозии конструкционных материалов // Вестн. Дагестан. гос. техн. ун-та. Технические науки. – 2017. – Т. 44. – № 3. – С. 39–47: [сайт] – URL: <https://vestnik.dgtu.ru/jour/article/view/428> (дата обращения: 25.03.2025).
- [4] Таранов Д. К., Федюк П. С. Методы защиты от кавитационной эрозии // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – Т. 111. – № 9–1. – С. 54–59: [сайт] – URL: <https://search.rads-doi.org/project/7542/object/105222> (дата обращения: 25.03.2025).
- [5] Abdulhassan N. A., Hilo A. N., Abid S. R. et al. Underwater surface abrasion of conventional and geopolymers using the ASTM C1138 approach // J. of Materials Research and Technology. – 2023. – Vol. 25. – P. 2556–2569: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/371659464_Underwater_Surface_Abrasion_of_Conventional_and_Geopolymer_Concrete_Using_the_ASTM_C1138_Approach (дата обращения: 25.03.2025).
- [6] Abid S. R., Ali S. H., Murali G., Al-Ghasham T. S. A simple suggested approach to reduce the testing time of concrete surface abrasion using ASTM C1138 // Case Studies in Construction Materials. – 2021. – Vol. 15. – 14 p.: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/354350893_A_simple_suggested_approach_to_reduce_the_testing_time_of_concrete_surface_abrasion_using_ASTM_C1138 (дата обращения: 25.03.2025).
- [7] ASTM. Standard test method for abrasion resistance of concrete (underwater method) // ASTM C1138–1997 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete (Underwater Method). – 2 p.: [сайт] – URL: https://cdn.standards.iteh.ai/samples/2366/0f6909620a124cab2a976b86f5818fb/ASTM_C1138-97.pdf (дата обращения: 25.03.2025).
- [8] Ayuob N. S., Abid S. R. Analysis of abrasion rates in concrete surfaces of hydraulic structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 888, 2nd International Conference on Civil and Environmental Engineering Technologies (ICCEET 2020), 10–11 June 2020, University of Kufa, Najaf, Iraq. – 10 p.: [сайт] – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/888/1/012052> (дата обращения: 25.03.2025).
- [9] Ayuob N. S., Abid S. R., Hilo A. N., Daek Y. H. Water-impact abrasion of self-compacting concrete // Magazine of Civil Engineering. – 2020. – Vol. 96. – No. 4. – P. 60–69. – DOI: 10.18720/MCE.96.5.
- [10] Bayazit Y., Karakurt C., Bakış R. Abrasion of Concrete on Hydraulic Structures with Underwater Method // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 7. – No. 3. – P. 2469–2474: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2018.0703080> (дата обращения: 25.03.2025).
- [11] Branco R. L., Fais L. M. C. F., Matim A. L. S. S. et al. The Importance of Erosion Concrete Tests for Hydraulic Surfaces // 7th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Aachen, Germany, 15–18 May 2018. – 11 p. – DOI: 10.15142/T3VW7Q.
- [12] Chindaprasirt P., Ridditirud C. Abrasion and sulfuric acid resistance of floor concrete polishing // Materials Today: Proceedings. – 2023. – 20 April: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.123> (дата обращения: 25.03.2025).
- [13] Dixon D. E., Prestretra J. R., Burg G. R. et al. Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight, and mass concrete (ACI 211.1–91) // Reported by ACI Committee 211. – 1991. – Reapproved 1997. – 38 p.: [сайт] – URL: https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf (дата обращения: 25.03.2025).
- [14] Galvão J. C. A., Portella K. F., Kormann A. C. M. Abrasive effects observed in concrete hydraulic surfaces of dams and application of repair materials // Abrasion Resistance of Materials. – 2012. – P. 19–34: [сайт] – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/31698> (дата обращения: 25.03.2025).
- [15] Hamedi M. H., Hilo A. N., Al-Ghasham T. S. et al. The evaluation of the abrasion damage in hydraulic structures using the modified test method // In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1058. – No. 1. – DOI: 10.1088/1757-899X/1058/1/012059.
- [16] Horszczaruk E., Brzozowski P. Abrasion resistance and mechanical strength of underwater repair concrete curing under hydrostatic pressure // Construction and Building Materials. – 29 August. – 2023. – Vol. 394: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132256> (дата обращения: 25.03.2025).
- [17] Klun M., Sušteršič J., Ercegovič R. et al. Underwater Abrasion Resistance of Fibre Reinforced-Latex Modified Concrete with Granulated Rubber // Concrete-Polymer Composites in Circular Economy. Proceedings of the 17th International Congress on Polymers in Concrete (ICPIC 2023). – 2024. – Vol. 61. – P. 485–494: [сайт] – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-72955-3_49 (дата обращения: 25.03.2025).
- [18] Liang S., Duan L., Geng B. et al. Numerical investigation on erosion characteristics of elevated pile cap in high concentration sediment flow environment // Wear. – 2025. – Vol. 562. – Article 205646: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205646> (дата обращения: 25.03.2025).
- [19] Liu Q., Andersen L. V., Zhang M., Wu M. Abrasion damage of concrete for hydraulic structures and mitigation measures: A comprehensive review // Construction and Building Materials. – 2024. – Vol. 422. – Article 135754: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135754> (дата обращения: 25.03.2025).
- [20] Liu Y. W., Lin Y. Y., Cho S. W. Abrasion behavior of steel-fiber-reinforced concrete in hydraulic structures // Applied Sciences. – 2020. – Vol. 10. – No. 16. – 13 p.: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.3390/app10165562> (дата обращения: 25.03.2025).
- [21] Materials (ASFTA). ASTM C39/C39M-12 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens // West Conshohocken, PA, USA: ASTM. – 2012. – 3 p.: [сайт] – URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/79920/3d22dcb8b928471da6b5ddb91b0cd208/ASTM-C39-C39M-12.pdf> (дата обращения: 25.03.2025).
- [22] Melesse G., Kaske Kassa H., Geta M. et al. Study on the Abrasion Resistance of Hydraulic Structures with Different Repair Mortars // J. of Engineering. – May. – 2023. – Vol. 1. – 10 p.: [сайт] – URL: <https://doi.org/10.1155/2023/3077902> (дата обращения: 25.03.2025).

- [23] Messa G.V., Branco R.D. L., Dalfré Filho J.G., Malavasi S. A combined CFD-experimental method for abrasive erosion testing of concrete // J. of hydrology and hydromechanics. — 2018. — Vol. 66. — No. 1. — P. 121–128. — DOI: 10.1515/johh-2017-0042.
- [24] Omoding N. Mechanical degradation of concrete under sediment-laden hydrodynamic flows // Doctoral dissertation, University of Manchester. — Dec. — 2022. — 138 p.: [сайт] — URL: https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/270979435/FULL_TEXT.PDF (дата обращения: 25.03.2025).
- [25] Ristić N., Grdić Z., Topličić-Ćurčić G. et al. Mechanisms of hydro-abrasive damage and methods of examination of hydro-abrasive resistance of concrete in hydraulic structures // Međunarodna naučno – stručna konferencija SFERA 2017 TEHNOLOGIJE BETONA Zbornik radova III Međunarodna naučno-stručna konferencija SFERA 2017 Tehnologije betona/Mostar, 23. mart 2017. — P. 106–111: [сайт] — URL: https://www.academia.edu/67976464/Mechanisms_of_Hydro_Abrasive_Damage_and_Methods_of_Examination_of_Hydro_Abrasive_Resistance_of_Concrete_in_Hydraulic_Structures (дата обращения: 25.03.2025).
- [26] Tuan N. A., Nga N. T. T., Khai L. T. Q. et al. Combination of additives to characteristics of concrete in marine works // Magazine of Civil Engineering. — 2022. — № 112 (4). — Article No. 11204. — 11 p. — DOI: 10.34910/MCE.112.4.
- [27] Zhu X., Bai Y., Chen X. et al. Evaluation and prediction on abrasion resistance of hydraulic concrete after exposure to different freeze-thaw cycles // Construction and Building Materials. — 2022. — Vol. 316. — Article No. 126055: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126055> (дата обращения: 25.03.2025).

Статья поступила в редакцию 03.03.2025.
Опубликована 30.06.2025.

Раззак Алаа Ваххаб Раззак

аспирант, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Институт строительства и архитектуры, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: alaawahhabrazzaq@yandex.com
ORCID ID: 0009-0004-0243-5486

Razzaq Alaa Wahhab Razzaq

PhD student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU), Institute of construction and architecture, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: alaawahhabrazzaq@yandex.com
ORCID ID: 0009-0004-0243-5486

Алехин Владимир Николаевич

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: referetsf@yandex.ru

Alekhin Vladimir N.

Candidate of Technical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: referetsf@yandex.ru

ABDULLAH H., ALEKHIN V. N.

An algorithm for minimizing material consumption in steel frames considering local failures of their individual elements



Abdullah Hussein

PhD student, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

e-mail: hussein.abdallah.1996@gmail.com

This article introduces an innovative algorithm designed for optimizing steel frames by incorporating considerations of local failures in their elements. The primary objective of the proposed algorithm is to enhance both structural reliability and economic efficiency. It achieves this by calculating the minimum weight of structural components while ensuring that its reliability remains intact. This approach is particularly significant as it accounts for various conditions throughout the lifecycle of the structure, including normal operating conditions and potentially hazardous situations arising from structure elements failures. By systematically evaluating these factors, the algorithm aims to provide engineers with a robust tool for designing safer and more efficient steel frame structures, contributing to improved performance and durability in the face of unforeseen challenges.

Keywords: elements failures, steel frames, structure optimisation, reliability, innovative algorithm.

Абдуллах Х., Алехин В. Н.

Алгоритм минимизации расхода материала в стальных каркасах с учетом локальных разрушений их отдельных элементов



Alekhin Vladimir Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

e-mail: referetsf@yandex.ru

Данная статья представляет инновационный алгоритм, разработанный для оптимизации стальных рам с учетом локальных отказов их элементов. Основная цель предлагаемого алгоритма – повысить надежность конструкции и экономическую эффективность. Это достигается путем вычисления минимальной массы элементов при сохранении их надежности. Такой подход особенно важен, поскольку учитывает различные условия эксплуатации конструкции, включая нормальные рабочие состояния и потенциально опасные ситуации, связанные с отказом элементов. Алгоритм предоставляет инженерам инструмент для проектирования более безопасных и эффективных стальных рам, повышая их долговечность и устойчивость к непредвиденным ситуациям.

Ключевые слова: разрушение элементов, стальные рамы, оптимизация конструкции, надежность, инновационный алгоритм.

Introduction

In modern construction projects, steel frames play a key role due to their high strength and design flexibility [2]. Optimizing the parameters of steel frames is an important task aimed at reducing material costs and increasing economic efficiency without compromising the safety and reliability of the structures. One of the main indicators of cost-effectiveness in steel-bearing frames is their minimum mass.

However, the optimization process of steel frames elements becomes significantly more complex when considering the possibility of local failures-loss of load-bearing capacity in structural elements, which can lead to progressive collapse of the entire structural system. Such failures are strictly prohibited by current anti-collapse design codes¹ [11; 13]. In these scenarios, the

redistribution of loads to other components within the frame must be carefully considered during the calculation process to ensure structural safety and compliance with design standards [5–9].

Traditional calculation methods do not provide for monitoring material reserves that added to enhance the reliability of the structure under such scenarios, leading to material overconsumption [1].

While previous studies, such as [3; 4; 10], focus on enhancing the economic efficiency of steel frames under progressive collapse scenarios by incorporating probabilistic models of accidental event occurrence, this study takes a different approach. It directly optimizes material consumption of structural elements without considering their individual failure probabilities, instead assuming a uniform failure probability across all frame elements. This simplification is justified by the significant uncertainties surrounding accidental loads and events [12].

¹ СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения. М.: Минстрой России, 2018.

This objective was achieved by developing an algorithm designed to minimize the material reserves of steel frames under conditions of potential local failures in their elements. The algorithm simulates various damage scenarios and calculates load redistribution, determining the minimum cross-sectional masses of the frame elements. This approach allows for a reduction in excessive steel reserves while maintaining the reliability of the structure in the event of loss of load-bearing capacity in individual parts.

Methodology

Optimization problem formulation:

$$\Delta M = \sum_{i=1}^c \Delta m_i(X_1, X_2, \dots, X_p) + \sum_{i=1}^b \Delta n_i(X_1, X_2, \dots, X_t) \rightarrow \min; \tag{1}$$

subject to the constraints:

$$l_a \leq X_a \leq u_a, \text{ for } a = 1, 2, \dots, E_c;$$

$$g_d(X) \leq y_d, \text{ for } d = 1, 2, \dots, I_c,$$

where ΔM – is the difference in mass of the whole structure before and after local failure; Δm_i (Δn_i) – is the difference in mass of the i column (beam) of the frame before and after local failure; X_p (X_t) – is the number of adjustable parameters for the cross-sectional dimensions of frame columns (beams); c – is the number of frame columns; b – is the number of frame beams; E_c – is the number of explicit constraints corresponding to the number of adjustable parameters of the frame elements (these constraints set the upper (u_a) and lower (l_a) bounds for each parameter in the optimization process); I_c – is the number of implicit constraints ($g_d(X)$), which include the conditions ensuring load-bearing capacity and stiffness.

The formulated optimization problem for the frame, in the general case, is a nonlinear integer programming problem, since both the objective function and the constraints are nonlinear, and the values of the sought parameters can be selected from a discrete integer set [2].

To address this optimization problem, a structured algorithm was developed. The following block diagrams illustrate the workflow and decision-making process within the algorithm. The first diagram (Figure 1) presents an overview of the main stages in the algorithm, including the initialization, setup, and selection of minimum cross-sections for structural elements.

First, the algorithm is designed to determine the minimum masses of structural elements under normal operating conditions, without considering the loss of load-bearing capacity of any frame element.

After this, the main part of the algorithm begins, which is designed to search for the minimum masses of the frame elements under special emergency conditions, where the loss of load-bearing capacity of a frame element is assumed.

The second diagram (Figure 2) goes into more detail, outlining the iterative steps taken to calculate the objective function, adjust parameters, and verify convergence.

As a convergence condition for the solution, the algorithm employs two criteria to ensure stability:

- Threshold for total mass change: The optimization process considered complete if the difference in total material mass between successive iterations falls below a specified threshold. This signifies, that further iterations would result in only negligible improvements in mass minimization, indicating global stability of the frame.

$$\Delta M = \frac{M_{t-1} - M_t}{M_{t-1}} \leq \varepsilon_M, \tag{2}$$

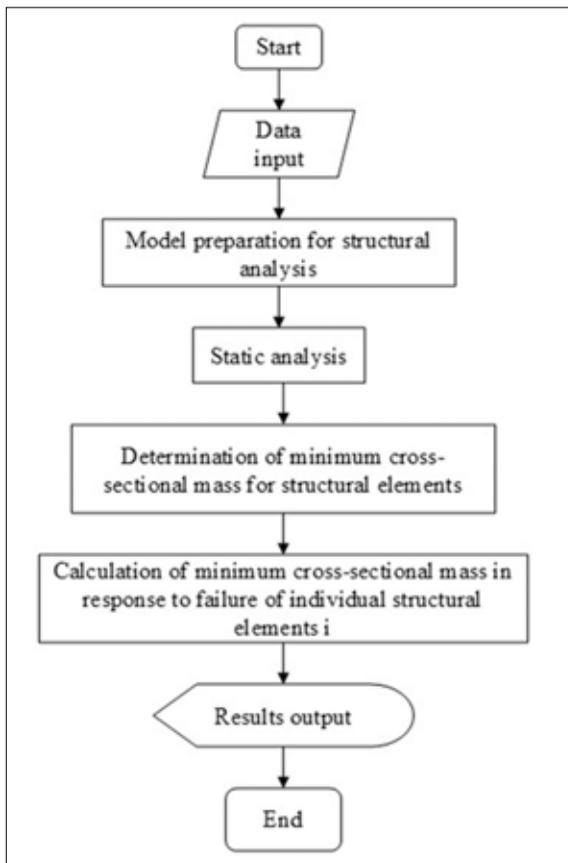


Figure 1. Consolidated block diagram of the algorithm. Author H. Abdullah

where M_t is the total material mass for the whole structure elements in the current iteration; M_{t-1} is the total material mass for the whole structure elements in the previous iteration; ε_M is a small, predefined value.

- Standard deviation of mass change among elements: The standard deviation of mass changes for individual elements is monitored to assess local stability. If this standard deviation is below a specified threshold, it indicates that the mass adjustments are consistent across all elements, meaning there are no significant variations in mass changes from one element to another.

$$\sigma_{\Delta mi} \leq \varepsilon_\sigma, \tag{3}$$

where $\sigma_{\Delta mi}$ is standard deviation of mass change for frame elements; ε_σ is a small, predefined value.

This approach ensures that, while the overall mass is close to converging, individual elements are not fluctuating too much from one iteration to the next.

In this study, the algorithm is designed to analyse welded I-shaped steel cross-sections, which are characterized by 4 adjustable parameters, denoted as $X_p = X_t = 4$ (Figure 3).

Where X_1 – web height (h_w), X_2 – web thickness (t_w), X_3 – flange thickness (t_f), X_4 – flange width (b_f).

The design process will adhere to the constraints and specifications outlined in the Russian code for steel structures². Compliance with the code's requirements, including load combinations, material properties, and safety factors, will be ensured throughout the analysis and optimization of cross-sections. The algorithm will incorporate these regulatory standards to validate the structural integrity and performance of the designed sections.

2 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. М.: Минстрой России, 2017.

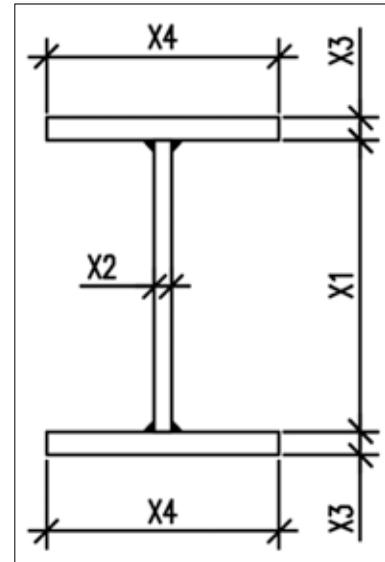
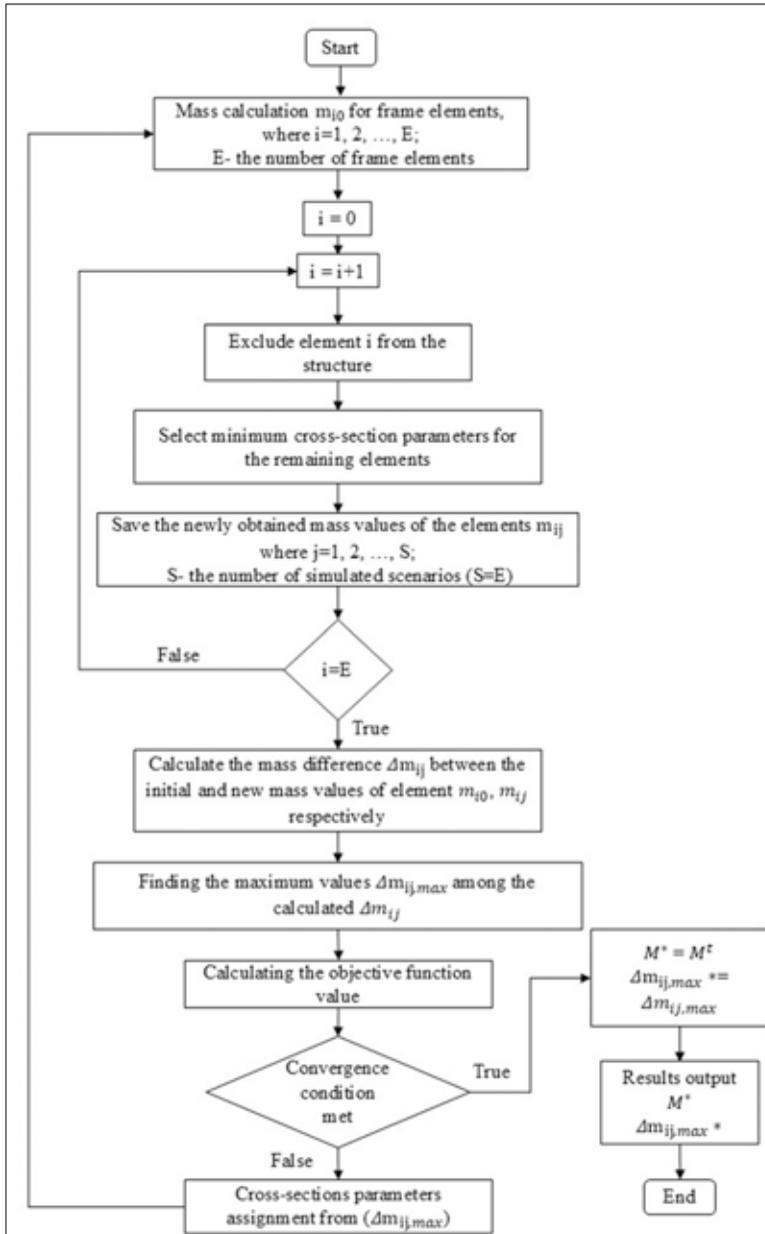


Figure 3. Optimized Parameters of I-Shaped Cross-Section. Author H. Abdullah

Figure 2. Block diagram of the algorithm for finding the minimum of the objective function. Author H. Abdullah

For structural members experiencing axial forces, whether in tension or compression, the strength condition is defined as follows:

$$\left(\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c}\right)^n + \frac{M_x}{C_x \cdot W_x \cdot R_y \cdot \gamma_c} + \frac{M_y}{C_y \cdot W_y \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (4)$$

where:

N, M_x, M_y – are the absolute values of the axial force and bending moments, respectively, under the most unfavourable combination of these forces;

A_n – net cross-sectional area;

W_x, W_y – moments of resistance of the cross section relative to the x-x and y-y axes, respectively;

R_y – design resistance of steel to tension, compression, and bending based on the yield strength;

γ_c – service conditions factor;

n, C_x, C_y – coefficients adopted in accordance with (CII 16.13330.2017).

For members subjected to shear forces, the strength condition is:

$$\frac{Q \cdot S}{I \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (5)$$

where:

Q – shear force;

S – static moment of the gross sheared portion of the cross-section relative to the neutral axis;

I – moment of inertia of the gross cross-section

R_s – design shear resistance of steel.

Stability constraint for centrally compressed members subjected to compression and bending in two principal planes:

$$\frac{N}{\varphi_{exy} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (6)$$

where φ_{exy} – coefficient adopted in accordance with (CII 16.13330.2017).

Constraints related to local buckling of the web in compression, bending, and combined compression-bending members:

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} \leq \overline{\lambda}_{uw} \quad (7)$$

Also, for the element flange:

$$\overline{\lambda}_f = \frac{b_{ef}}{t_f} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} \leq \overline{\lambda}_{uf} \quad (8)$$

where:

$\overline{\lambda}_w, \overline{\lambda}_f$ – effective slenderness ratio of the web and flange;
 h_{ef}, b_{ef} – design height of the web and flange width;

$\overline{\lambda}_{uw}, \overline{\lambda}_{uf}$ – limiting effective slenderness ratio of the web and flange.

Limitation based on the maximum beam deflection:

$$f \leq [f], \quad (9)$$

f – beam deflection;

$[f]$ – allowable beam deflection.

constraint on the maximum allowable height of the cross-section:

$$h_w + 2 \cdot t_f \leq h_{\max}; \quad (10)$$

design constraints:

$$t_f \geq t_w; \quad (11)$$

constraints due to technological requirements (weldability of elements):

$$3t_w \geq t_f. \quad (12)$$

Expected results

The algorithm should provide an optimized set of cross-sectional dimensions for each structural element that meets load-bearing and safety requirements. These optimized dimensions are expected to minimize redundancy, allowing for the most effective use of materials.

Also, by modelling scenarios with localized failures, the optimized design should demonstrate robustness, with the ability to redistribute loads effectively in the event of partial element failure. This will enhance the overall resilience of the structure, ensuring it maintains load-bearing capacity under such conditions.

Conclusions

This study has presented an innovative approach for optimizing the structural design of steel frames by considering the potential for local failures in individual elements. The proposed algorithm identifies the optimal cross-sectional properties to minimize material use while maintaining structural integrity, even in the event of an element's loss of load-bearing capacity. The expected results demonstrate that this method could effectively reduce material usage without compromising safety of the structure.

Future work will involve implementing the developed algorithms in Python within the ANSYS environment to automate and streamline the process. This integration will facilitate obtaining results directly within a powerful analysis tool, enhancing practical applications for structural engineers. This step will allow for more efficient and accessible optimization processes in real-world scenarios.

References

- [1] Abdullah H., Alekhin V.N., Pletnev M.V. Progressiruyushchee obrushenie: fakty, vozmozhnye prichiny, ocenka metodov analiza po rashodu materialov // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2023. – № 4. – S. 153–158: [sajt] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/progressiruyushchee-obrushenie-fakty-vozmozhnye-prichiny-otsenka-metodov-analiza-po-rashodu-materialov/viewer> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [2] Alekhin V.N. Optimal'noe proektirovanie stal'nyh mnogoetazhnykh ram s uchetom razvitiya plasticheskikh deformatsiy v uzlah: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.01. – Sverdlovsk, 1981. – 212 s.
- [3] Vedyakov I.I., Solov'ev D.V., Kovalenko A.I. Veroyatnostnyy podhod k ocenke riska progressiruyushchego obrusheniya // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2021. – № 10. – S. 36–43: [sajt] – URL: https://www.researchgate.net/publication/357265882_Veroatnostnyy_podhod_k_ocenke_riska_progressiruusego_obruseniya (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [4] Zvezdov A.I., Vedyakov I.I., Solov'ev D.V. Razvitie normativnykh podhodov po analizu riska progressiruyushchego obrusheniya // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2023. – № 10. – S. 34–40.
- [5] Serpik I.N., Alekseyev A.V. Optimizatsiya prostranstvennykh stal'nykh ram povyshennogo urovnya otvetstvennosti // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2015. – № 10. – S. 8–14: [sajt] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24370315> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [6] Serpik I.N., Alekseyev A.V. Optimizatsiya sistemy stal'noj ploskoj ramy i stolbchatykh fundamentov // Magazine of Civil Engineering. – 2016. – № 1 (61). – P. 14–24: [sajt] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25817488> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [7] Serpik I.N., Alekseyev A.V. Optimizatsiya ramnykh konstruktsiy s uchetom vozmozhnosti zaproektnykh vozdeystviy // Magazine of Civil Engineering. – 2013. – № 44 (9). – P. 23–29: [sajt] – URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/9\(44\)/03.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/9(44)/03.pdf) (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [8] Alekhin V.N., Galiya A.B., Antipin A.A., Boswell L.F. Optimization of multistory steel frame members using genetic algorithm // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2015. – № 1. – P. 28–30: [sajt] – URL: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/47163/1/rjct-2015-1-05.pdf> (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [9] Cicconi P., Germani M., Bondi S. et al. A design methodology to support the optimization of steel structures // Procedia CIRP. – 2016. – № 50. – P. 58–64: [sajt] – URL: https://www.researchgate.net/publication/306021421_A_Design_Methodology_to_Support_the_Optimization_of_Steel_Structures (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [10] Feng G., Xuancen L., Aiyan X. et al. Risk-Based Cost-Benefit Optimization Design for Steel Frame Structures to Resist Progressive Collapse // Buildings. – 2024. – № 14 (12). – P. 1–22: [sajt] – URL: https://www.researchgate.net/publication/386403327_Risk-Based_Cost-Benefit_Optimization_Design_for_Steel_Frame_Structures_to_Resist_Progressive_Collapse (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [11] GSA «Alternate path analysis & design guidelines for progressive collapse resistance». – October. – 2016.
- [12] Nirvan M., Andri S., Manuel B., Jose M.A. Arresting failure propagation in buildings through collapse isolation // Nature. – 2024. – № 629. – P. 592–596: [sajt] – URL: https://www.researchgate.net/publication/380602178_Arresting_failure_propagation_in_buildings_through_collapse_isolation (data obrashcheniya: 05.03.2025).
- [13] UFC 4-023-03 (Including Change 3, 2016) Unified facilities criteria. Design of buildings to resist progressive collapse.

Список использованной литературы

- [1] Абдуллах Х., Алехин В.Н., Плетнев М.В. Прогрессирующее обрушение: факты, возможные причины, оценка методов анализа по расходу материалов // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 153–158: [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/progressiruyushee-obrushenie-fakty-vozmozhnye-prichiny-otsenka-metodov-analiza-po-rashodu-materialov/viewer> (дата обращения: 05.03.2025).
- [2] Алехин В.Н. Оптимальное проектирование стальных многоэтажных рам с учетом развития пластических деформаций в узлах: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Свердловск, 1981. – 212 с.
- [3] Ведяков И.И., Соловьев Д.В., Коваленко А.И. Вероятностный подход к оценке риска прогрессирующего обрушения // Промышленное и гражданское строительство. – 2021. – № 10. – С. 36–43: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/357265882_Veroatnostnyj_podhod_k_otsenke_riska_progressiruusego_obrusenia (дата обращения: 05.03.2025).
- [4] Звездов А.И., Ведяков И.И., Соловьев Д.В. Развитие нормативных подходов по анализу риска прогрессирующего обрушения // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 10. – С. 34–40.
- [5] Серпик И.Н., Алексейцев А.В. Оптимизация пространственных стальных рам повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 10. – С. 8–14: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24370315> (дата обращения: 05.03.2025).
- [6] Серпик И.Н., Алексейцев А.В. Оптимизация системы стальной плоской рамы и столбчатых фундаментов // Magazine of Civil Engineering. – 2016. – № 1 (61). – P. 14–24: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25817488> (дата обращения: 05.03.2025).
- [7] Серпик И.Н., Алексейцев А.В. Оптимизация рамных конструкций с учетом возможности запроектных воздействий // Magazine of Civil Engineering. – 2013. – № 44 (9). – P. 23–29: [сайт] – URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/9\(44\)/03.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/9(44)/03.pdf) (дата обращения: 05.03.2025).
- [8] Alekhin V.N., Galieva A.B., Antipin A.A., Boswell L.F. Optimization of multistory steel frame members using genetic algorithm // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2015. – № 1. – P. 28–30: [сайт] – URL: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/47163/1/rjcst-2015-1-05.pdf> (дата обращения: 05.03.2025).
- [9] Cicconi P., Germani M., Bondi S. et al. A design methodology to support the optimization of steel structures // Procedia CIRP. – 2016. – № 50. – P. 58–64: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/306021421_A_Design_Methodology_to_Support_the_Optimization_of_Steel_Structures (дата обращения: 05.03.2025).
- [10] Feng G., Xuancen L., Aiyang X. et al. Risk-Based Cost-Benefit Optimization Design for Steel Frame Structures to Resist Progressive Collapse // Buildings. – 2024. – № 14 (12). – P. 1–22: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/386403327_Risk-Based_Cost-Benefit_Optimization_Design_for_Steel_Frame_Structures_to_Resist_Progressive_Collapse (дата обращения: 05.03.2025).
- [11] GSA «Alternate path analysis & design guidelines for progressive collapse resistance». – October. – 2016.
- [12] Nirvan M., Andri S., Manuel B., Jose M.A. Arresting failure propagation in buildings through collapse isolation // Nature. – 2024. – № 629. – P. 592–596: [сайт] – URL: https://www.researchgate.net/publication/380602178_Arresting_failure_propagation_in_buildings_through_collapse_isolation (дата обращения: 05.03.2025).
- [13] UFC 4-023-03 (Including Change 3, 2016) Unified facilities criteria. Design of buildings to resist progressive collapse.

Статья поступила в редакцию 12.08.2024.

Опубликована 30.06.2025.

Абдуллах Хуссейн

аспирант, Уральский федеральный университет (УрФУ) им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: hussein.abdallah.1996@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-9037-8557

Abdullah H.

PhD student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: hussein.abdallah.1996@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-9037-8557

Алехин Владимир Николаевич

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, Уральский федеральный университет (УрФУ) им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: referetsf@yandex.ru

Alekhin Vladimir N.

Candidate of Technical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: referetsf@yandex.ru

Искусствоведение

АРХИТЕКТОРЫ ЗА ПРЕДЕЛАМИ АРХИТЕКТУРЫ

Павильон Венгрии на Венецианской архитектурной биеннале 2025 года призван показать, что мышление архитектора продуктивно работает и в других сферах. «Здесь не на что смотреть» — так называется выставка по итогам десятилетнего эксперимента Мартона Пинтера, изучающая альтернативное видение будущего профессии. На ней будут представлены работы 12 специалистов в области архитектуры, которые применяют свои знания в областях, выходящих за рамки профессии. Кураторы стремились не столько продемонстрировать собственно архитектуру, как это делается большинством павильонов Биеннале, сколько предложить альтернативные карьерные перспективы для новичков, бросивших учебу, и тех, кто меняет карьеру, движимые убеждением, что «архитектор способен на гораздо большее, чем просто проектировать дома».

По материалам сайта archdaily.com

МАЛЕНЬКИЙ И ВАЖНЫЙ ПРОЕКТ, ЯПОНИЯ

Японская компания Serendix завершила в Ариде, Япония, создание первой в мире железнодорожной станции Хацусима, напечатанной на 3D-принтере. За менее чем шесть часов между отправлением последнего и первого поездов было смонтировано укрытие площадью 6,3 × 2,1 м с арочной крышей, заменившее деревянную конструкцию 1948 года. Предварительно два основных элемента, образующих боковые стены и пол, крыша и задняя стена, были изготовлены в течение семи дней на заводе. Элементы станции печатались вертикально, в результате чего на всех деталях возник интересный рельефный ритм. Изображения мандарина и рыбы на стенках павильона показывают популярные продукты Ариды.

По материалам сайта dezeen.com



СТРЕМЛЕНИЕ К ЛЕГКОСТИ

Известный своей стихийностью музыкальный и художественный фестиваль Coachella постепенно приобретает свои «фирменные» черты в ходе дизайнерской проработки его исходных площадок. Большие инсталляции на главное поле фестиваля заказывают каждый год трем начинающим перспективным дизайнерам. Над установкой каждого объекта работает команда из 28 человек. Каждая инсталляция проходит проверку на безопасность возведения и обслуживания. Так, компания Uchronia применила свои роскошные дизайнерские решения в одной из своих первых уличных инсталляций: поле из семи десятиметровых цветочных букетов, разбросанных по центру площадки. Скульптура Take Flight от Isabel+Helen является кинетической. Ночью все объекты освещаются, создавая все новые эффекты.

Фото: Л. Гербер

По материалам сайта archpaper.com



БАРИНОВА П. В., БЫСТРОВА Т. Ю.

Гипербола в графическом дизайне: визуальные средства выразительности



**Баринова
Полина
Валерьевна**

студент магистратуры,
Уральский федеральный
университет им. первого
Президента России
Б. Н. Ельцина (УрФУ),
Уральский гуманитарный
институт, Екатеринбург,
Российская Федерация
e-mail:
valerevna.2001@mail.ru

Данная статья посвящена исследованию гипербола и впервые предпринята попытка выявления ее визуальных средств создания выразительного образа в графическом дизайне. На основе анализа, с использованием метода аналогии демонстрируется, как гипербола усиливает выразительность образов в искусстве и рекламе. В результате исследования выявлены и систематизированы визуальные средства гиперболизации, используемые для усиления выразительности и создания комического эффекта.

Ключевые слова: дизайн, графический дизайн, коммуникативный дизайн, коммуникация, эмоциональный дизайн, гипербола, визуальная гипербола.

*Barinova P. V., Bystrova T. Yu.
Hyperbole in graphic design: visual means of expressiveness*

This article is devoted to the study of hyperbole and the first attempt to identify its visual means of creating an expressive image in graphic design. Based on an analysis using the analogy method, it demonstrates how hyperbole enhances the expressiveness of images in art and advertising. As a result of the study, visual means of hyperbolization used to enhance expressiveness and create a comic effect are identified and systematized.

Keywords: design, graphic design, communicative design, communication, emotional design, hyperbole, visual hyperbole.



**Быстрова
Татьяна
Юрьевна**

доктор философских наук,
профессор, Уральский
федеральный университет
им. первого Президента
России Б. Н. Ельцина
(УрФУ), главный научный
сотрудник, филиал ФГБУ
«ЦНИИП Минстроя России»
УралНИИпроект,
Екатеринбург, Российская
Федерация
e-mail: taby27@yandex.ru

Введение

В практике графического дизайна используются разнообразные методы и приемы выразительности, несмотря на широкое применение этих методов, теоретическая база остается недостаточно разработанной, что ограничивает потенциал для их осознанного и целенаправленного применения, а также препятствует раскрытию всего спектра выразительных возможностей, которые могут быть реализованы с их помощью. Дизайнеры, не имея четкой теоретической основы, могут не в полной мере использовать доступные инструменты, что, в конечном счете, влияет на качество и эффективность визуальной коммуникации. Для понимания и систематизации визуальных средств в дизайне мы обратимся к теоретическим разработкам в смежных дисциплинах, таких как литературоведение, риторика, теория искусства и маркетинг, где они изучены более подробно. В частности, стилистический прием гипербола, которую можно встретить в искусстве, рекламе и графическом дизайне. Гипербола традиционно определяется как стилистический прием, который предполагает намеренное преувеличение свойств с целью создания сильного эмоционального впечатления [1, 94]. Прием используется в художественных текстах и разговорной речи для придания выразительности, эмоциональности и создания комического эффекта, что дает основание для его применения в визуальной коммуникации. По сравнению

с другими тропами гипербола — добавочное, более «простое» явление, которое может сочетаться с другими тропами [4]. Несмотря на всю простоту, гипербола обладает «творческой силой», которую нельзя не принимать во внимание [12, 190]. Коммуникация предполагает не только обмен информацией, но и выражение оценки и чувств [8, 21]. В дизайне, который выполняет функцию общения [3, 105], гипербола также может использоваться как средство выразительности, вызывающее эмоциональный эффект. Целью исследования является выявление и систематизация визуальных средств гиперболизации в графическом дизайне, а также анализ их выразительности и возможного комического эффекта.

Новизна исследования заключается в попытке впервые систематизации визуальных средств гиперболизации в графическом дизайне. Исследование расширяет понимание визуальной гиперболы, демонстрируя, что она не ограничивается увеличением размера. В ходе работы использованы междисциплинарный анализ существующих теоретических работ по гиперболе в литературоведении, риторике, теории искусства, семиотике и теории коммуникации для выявления подходов и концепций, релевантных для визуальной коммуникации в графическом дизайне; метод аналогии для переноса и адаптации отдельных теоретических концепций из смежных дисциплин; визуальный анализ примеров (рекламные плакаты, карикатуры,

произведения искусства) для выявления и классификации визуальных средств гиперболизации.

Теоретические аспекты гиперболы рассматриваются в работах Н. А. Купиной (2013), О. П. Ермаковой (2019) и В. И. Поречной (2024). Л. П. Крысин (2004) анализирует гиперболу в русской разговорной речи. Примеры использования гиперболы в живописи и графике рассматриваются в статье Е. А. Заболотской (2022). Отдельные аспекты использования гиперболы в рекламе рассматриваются в работах П. Барри и Е. А. Заболотской (2022). Заболотская, в частности, исследует стилистический прием в рекламе медиа о моде. Ю. Б. Боров (1970) исследует комическое и отмечает роль гиперболы. В. А. Каменева, Н. В. Рабкина и О. Н. Горбачева (2022) исследовали визуальные стилистические приемы в рекламе и отмечают функцию гиперболы. Проблеме использования тропов в графическом дизайне посвящена статья Н. А. Пивоваровой (2017), где обосновывается актуальность этой темы для поиска новых творческих ресурсов в визуальной коммуникации. Автор анализирует различные подходы к изучению тропов и оценивает перспективы их дальнейшего исследования. В рамках общего обзора различных тропов гиперболе уделяется незначительное внимание.

1 Гипербола как инструмент усиления выразительности и комического эффекта

Понимание гиперболы подразумевает преувеличение размера или количества, усиления свойств или характеристик объекта до степени, выходящей за рамки нормального, нарушая ожидания от действительности. В основном средства гиперболизации в визуальной коммуникации рассматривают преимущественно как увеличение масштаба, но, следуя из определения, ее «механизм» сложнее, так как используется не только физическое увеличение, но и семантическое усиление. Гипербола в художественной литературе и в визуальной коммуникации редко существует в «чистом» виде. Она, как правило, сочетается с другими стилистическими, усиливая их выразительность и создавая более сложные тропы, делая уже существующий образ более ярким, эмоциональным и преувеличенным [4, 77]. В частности, сочетание гиперболы и метафоры может способствовать созданию более экспрессивного и запоминающегося образа, нежели использование каждого из приемов по отдельности.

Интеграция данных стилистических средств позволяет дизайнеру варьировать параметры визуального воздействия на аудиторию, формируя многоуровневые и оригинальные визуальные решения. Как отмечает Л. П. Крысин, гиперболизация возможна при соблюдении трех условий: наличия того, что можно преувеличить, цель оказать определенное воздействие на аудиторию и сдвига от буквального значения [9]. Первое условие в переносе на графический дизайн означает, что должна существовать некая основа — смысловое ядро, образ или идея, которые можно усилить и довести до крайности. Гипербола не создает что-то из ничего, а работает с тем, что уже есть. Второе подчеркивает, что гипербола используется для целенаправленного воздействия на определенную аудиторию. Она служит конкретной цели — вызвать сильную эмоциональную реакцию, привлечь внимание к определенному аспекту, подчеркнуть важный смысл и т. д. Третье свидетельствует о том, что дизайнер, использующий гиперболу, должен рассчитывать на то, что зритель поймет, что этот образ не следует воспринимать буквально, что изображенное является преувеличением, а не обманом. В коммуникации предполагается соблюдение принципа истинности высказываний. Использование гиперболы представляет собой нарушение данного принципа, гиперболические выражения по определению не соответствуют реальному положению дел, но это нарушение не препятствует коммуникации, если зритель осознает не буквальность сказанного и преувеличивается правда как усиление выражения субъективной оценки [1, 38]. Усиление визуального воздействия делает ее перспективным инструментом для эмоционального дизайна — подходу, который стремится создать положительный эмоциональный опыт у пользователя. Гипербола как инструмент эмоционального дизайна усиливает эмоциональное воздействие на зрителя, привлекает внимание за счет выделяющегося преувеличенного образа на фоне стандартных визуализаций. Она часто используется для создания комического эффекта, особенно в карикатуре и шарже. Ю. Б. Боров в работе «О комическом» рассматривал комическое как сложное и многогранное явление, сочетающее в себе объективные, социальные, эстетические и исторические аспекты. Комическое — средство познания и оценки мира, способ выражения отношения к действительности. Комическое воз-

никает из противоречий, несоответствий, которые нарушают гармонию и вызывают смех. Эти противоречия могут проявляться по-разному: между формой и содержанием, целью и средствами, сущностью и проявлением. Оригинальность вырастает из глубокого осмысления реальности и противоречий, заключенных в ней. Это означает, что гипербола в графическом дизайне, используемая в целях создания комического, должна быть не просто произвольным преувеличением, а результатом анализа и понимания сути явления.

2 Визуальные средства гиперболизации для создания выразительного и комического образа

Гипербола в графическом дизайне может проявляться через определенные визуальные средства, каждый из которых способствует созданию выразительного образа, отклоняющегося от привычного представления нормы путем усиления определенных характеристик. Графический дизайнер может использовать различные способы гиперболизации, чтобы добиться выразительности и комического эффекта в своих работах.

Одним из наиболее распространенных способов гиперболизации в графическом дизайне является относительное увеличение масштабов и размеров форм. Ярким иллюстративным примером данного приема служит произведение Б. М. Кустодиева под названием «Большевик», в котором фигура большевика изображена в значительно увеличенных пропорциях по сравнению с архитектурными объектами и окружающими людьми. Это художественное решение создает мощное визуальное впечатление, усиливая масштаб происходящих перемен. Аналогичным образом в плакате «Челюсти» образ акулы представлен в гиперболизированной форме, где ее размеры увеличены настолько, что она выглядит способной проглотить свою жертву целиком. Преувеличение усиливает визуальный эффект, передает опасность, что является важным для эмоционального воздействия на аудиторию.

Гиперболизация масштаба может использоваться и для достижения комического эффекта. В этом контексте интересен рекламный плакат Mercedes-Benz из серии плакатов «Просторный», где чрезмерно большая собака комично контрастирует с размером своего хозяина, подчеркивая просторность салона автомобиля и создавая запоминающийся образ.

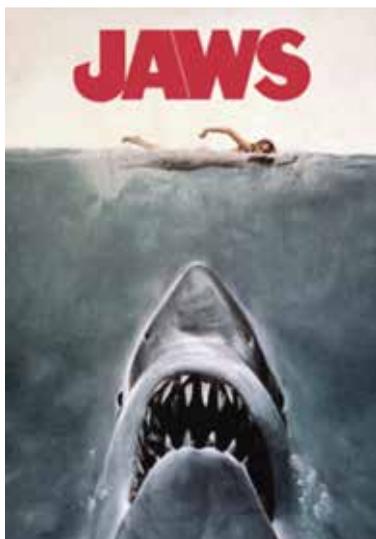


Иллюстрация 1. Плакат «Челюсти».
Источник: <https://clck.ru/3HrKpL>



Иллюстрация 2. Плакат Mercedes-Benz «Просторный» с большой собакой.
Источник: <https://www.adsoftheworld.com/campaigns/taxi-afro>



Иллюстрация 3. Плакат Mercedes-Benz «Просторный» с большой прической.
Источник: <https://www.adsoftheworld.com/campaigns/taxi-afro>

Одним из распространенных средств визуальной гиперболы является изменение пропорций человеческого тела путем увеличения отдельных частей, что активно используется в карикатуре и шарже. Карикатура представляет собой особый вид визуальной сатиры, использующий гиперболу как основной инструмент для преувеличения и искажения образов с целью создания комического эффекта и выражения критических мыслей. В отличие от шаржа, карикатура подчеркивает недостатки, гипертрофирует их и высмеивает, создавая резкий сатирический эффект. Шарж акцентирует наиболее характерные, узнаваемые признаки объекта, но в более дружелюбной и юмористической манере. Гипербола в шарже носит более мягкий характер, она призвана подчеркнуть индивидуальность, а не высмеять недостатки.

Примером использования гиперболы в пропорциях для создания юмористического эффекта служит еще один рекламный плакат Mercedes-Benz из серии «Просторный». В этом плакате преувеличенная прическа афроамериканца подчеркивает просторность салона автомобиля, создавая комическое несоответствие между внешним видом человека и внутренним пространством автомобиля. О. В. Домье использует тот же инструмент, но для создания сатирического образа. Например, в произведении «Гаргантюа» использует преувеличение как для искажения пропорций короля Луи-Филиппа, так и для всей фигуры в целом. Король изображен с непропорционально маленькими ногами, огромным животом и отвисшими щеками. Этот образ подчеркивает его оторванность от народа и является сатирой, служащей для резкой критики. Гипербола пропорций тела в данном случае является ключевым элементом, усиливающим сатирический эффект и делающим образ короля таким отталкивающим. Карикатура и шарж используют один и тот же инструмент, но сила воздействия визуальной гиперболы напрямую зависит от контекста и интерпретации, важно учитывать, как смысл будет понят или истолкован. Необходимо учитывать исторический, культурный и социальный контекст, в котором создается и воспринимается визуальный образ. То, что может быть воспринято как юмор в одном контексте, может быть воспринято как оскорбление в другом.



Иллюстрация 4. О. В. Домье. «Гаргантюа».
Источник: <https://clck.ru/3HrKma>

Искажение формы при преувеличении свойств объекта является еще одним способом гиперболизации, при этом изменения могут затрагивать как сам объект, так и другие, с которыми он взаимодействует. В «Постоянстве памяти» Сальвадора Дали преувеличивается идея относительности времени, радикально искажая форму часов, которые теряют свою структуру и растекаются по поверхности. Другой пример — рекламные плакаты WMF ножей, которые вместе с продуктами разрезают разделочные доски. Концепция рекламы замков «Kryptonite» студентки Бриттани Кинг, представленная в книге Пита Барри [1, 83], представляет собой случай совместного использования метафоры и гиперболы и создает комический эффект за счет абсурдности ситуации. Неповрежденный пень является метафорой несокрушимости замка, а преувеличенная степень повреждения инструмента является гиперболой, которая усиливает метафорический смысл, создавая впечатление о невероятной прочности замка и о том, что он выдержит любое воздействие.

Увеличение количества элементов может быть еще одним средством визуальной гиперболизации. Произведение Энди Уорхола «Банки с супом Кэмпбелла» создает эффект преувеличенной значимости быденного предмета, подчеркивая его массовое производство. Другой при-



Иллюстрация 5. Реклама WMF ножей. Источник: <https://dzen.ru/a/XQNZqD2mVA2ITSEu>

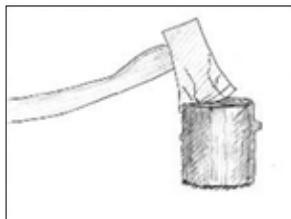


Иллюстрация 6. Концепция рекламы замка «Kryptonite». Рисунок П. Барри. 2012 г.



Иллюстрация 7. Реклама Nike. Источник: <https://www.adsoftheworld.com/campaigns/turtles-7cebcb1d-c794-4b0e-8df3-d48cc0570725>



Иллюстрация 8. Реклама «Mini Cooper». Источник: <https://hispanic-marketing.com/mini-cooper-ambient-guerilla-marketing-ads/>



Иллюстрация 9. Постер к фильму «Человек-паук». 2002 г. Источник: <https://www.kinopoisk.ru/picture/14456/>



Иллюстрация 10. Реклама Volkswagen. Источник: <https://kulturologia.ru/blogs/281211/15926/>

мер — плакат Nike, где изображена витрина для обуви, заполненная черепахами, а в нижнем углу находится один заметно выделяющийся кроссовок. Это гиперболизированная метафора, показывающая противостояние медленного и быстрого. Множество черепах, контрастирующих с одной кроссовкой, усиливают эту метафору до предела. Комического эффекта добивается реклама Mini Cooper, которая представляет собой интересную игру с восприятием и иллюзию увеличения количества людей. Рекламная конструкция в форме автомобиля установлена возле входа в подземный переход таким образом, что люди визуально взаимодействуют с автомобилем, создавая иллюзию, будто они входят и выходят из него, что гиперболизирует вместительность автомобиля до абсурда. Подобный прием часто можно встретить в ко-

медийных произведениях, например, когда из очень маленькой машины вылезает невероятное количество клоунов. Реклама «Mini Cooper» создает аналогичный эффект удивления и комизма.

Последний способ — преувеличение за счет перспективы — может значительно усилить эмоциональное воздействие на зрителя. Такой подход находит широкое применение в различных областях визуального искусства, включая кино, комиксы и фотографию. Например, ракурс, направленный резко снизу вверх, может усилить величие, напряжение и динамику. Усиленное перспективное сокращение используется в постерах к фильму «Человек-паук» 2002 г. Перспективное сокращение — это визуальный эффект, при котором объекты кажутся меньше по мере удаления от зрителя. Это создает

ощущение высоты и скорости. В графике этот способ также применим, им пользовался М. К. Эшер, знаменитый своими сюрреалистичными картинами. Художник часто использовал невозможные перспективы и геометрические искажения для создания такого эффекта. Его литография «Рука с отражающим шаром» использует эффект «рыбьего глаза». Гиперболизация здесь заключается в огромном размере руки, держащей сферу с отражением художника, и искаженном интерьере комнаты, что делает «простой» сюжет завораживающим. Реклама Volkswagen — яркий пример использования гиперболизации посредством искажения перспективы для создания комического эффекта. Объекты на переднем плане, женщина и собака, изображены непропорционально большими по сравнению с окружающими зданиями и дорогой. Эта непропорциональность напрямую связана с резким искажением перспективы: линии схода соединяются в дальней точке, что усиливает эффект перспективного сокращения. В данной рекламе этот эффект намеренно усилен, что приводит к тому, что ноги женщины кажутся очень маленькими по сравнению с ее головой, а в целом передний план доминирует над задним. Этот прием создает сюрреалистичный эффект, нарушая привычное восприятие пространства, искаженная перспектива дороги, уходящая вдаль, добавляет ощущение скорости и создает впечатление, что женщина с собакой внезапно появляются в поле зрения.

Заключение

Гипербола имеет коммуникативный потенциал инструмента графического дизайнера, позволяющий создавать запоминающиеся и эмоционально воздействующие образы. Использование гиперболы требует от дизайнера понимания контекста и ответственности за тот смысл, который несет его работа. Гипербола в устной речи и литературе, как было отмечено ранее, часто не существует изолированно, а взаимодействует с другими стилистическими приемами, это свойство прослеживается и в визуальной гиперболе, которая часто встречается совместно с визуальной метафорой, усиливая общее впечатление и создавая более сложные и семантически насыщенные образы.

Было исследовано использование гиперболы в графическом дизайне как средства усиления выразительности и создания комического эффекта. Гипербола, как стилистиче-

ский прием, предполагает намеренное преувеличение свойств, размеров или количества объектов, образов и понятий с целью оказать определенное эмоциональное воздействие на аудиторию. Важным условием эффективной гиперболизации является наличие смыслового ядра, идеи, основанной на правде, которая преувеличивается, но не искажается до неузнаваемости.

Выявлены и систематизированы визуальные средства гиперболизации: относительное увеличение масштабов и размеров форм, изменение пропорций человеческого тела, искажение формы при преувеличении свойств объекта, увеличение количества элементов и преувеличение за счет перспективы. На примерах из искусства и рекламы продемонстрировано, как каждый из этих приемов может быть использован для создания как драматического, так и комического эффекта в зависимости от цели коммуникации.

Особое внимание было уделено роли гиперболы в карикатуре и шарже, где изменение пропорций человеческого тела является одним из основных средств создания сатирического и юмористического эффекта. В этих жанрах гипербола служит для акцентирования определенных черт персонажа, доводя их до абсурда или, напротив, подчеркивая их индивидуальность. Использование преувеличения отдельных частей тела может создавать комическое несоответствие, привлекающее внимание к определенным аспектам внешности или характера персонажа.

Данное исследование вносит вклад в теоретическое осмысление визуальных средств в графическом дизайне, предлагая систематизированную классификацию приемов визуальной гиперболизации, которая может быть использована в дальнейших исследованиях и практической работе дизайнеров. Это исследование может служить основой для дальнейших исследований в области использования стилистических приемов в визуальной коммуникации.

Список использованной литературы

- [1] Барри П. Книга рекламных концепций. — 2-е изд. — СПб.: Дитон, 2012. — 296 с.
- [2] Боров Ю. Б. О комическом. — М.: Искусство, 1970. — 269 с.
- [3] Быстрова Т. Ю. Вещь. Форма. Стиль: Введение в философию дизайна. — 2-е изд. — Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2017. — 374 с.
- [4] Ермакова О. П. Некоторые размышления о гиперболе и тропях // Семантика и прагматика языковых единиц. — Калуга: Изд-во Калуж. гос. ун-та им. К. Э. Циолковского, 2019. — С. 75–87.
- [5] Заболотская Е. А. Стилистический прием «гипербола» в живописи и графике // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. — 2022. — № 11. — С. 5–8. — DOI: 10.37882/2500–3682.2022.11.04.
- [6] Заболотская Е. А. Стилистический прием «гипербола» в рекламе медиа о моде // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. — 2022. — № 4–1. — С. 234–241: [сайт] — URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-psycology-2022-4/c9-zabolotskaya.pdf> (дата обращения: 18.03.2025).
- [7] Каменева В. А., Рабкина Н. В., Горбачева О. Н. Визуальная стилистика (на материале рекламного текста) // Политическая лингвистика. — 2022. — № 5 (95). — С. 199–207: [сайт] — URL: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/17676> (дата обращения: 18.03.2025).
- [8] Кашкин В. Б. Введение в теорию коммуникации: учеб. пособие. — Воронеж: ВГТУ, 2003. — 178 с.

- [9] Крысин Л. П. Гипербола в русской разговорной речи // Русское слово, свое и чужое: Исследования по современному русскому языку и социолингвистике: [сайт] — URL: <http://www.philology.ru/linguistics2/krysin-04d.htm> (дата обращения: 19.03.2025).
- [10] Купина Н. А. Стилистика современного русского языка: учебник для бакалавров. — М.: Юрайт, 2013. — 415 с.
- [11] Пивоварова Н. А. Тропы в проектной методологии отечественного графического дизайна XX–XXI вв. // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. — 2017. — № 12. — С. 196–202: [сайт] — URL: <https://www.gramota.net/article/hss20171851/fulltext> (дата обращения: 18.03.2025).
- [12] Поречная В. И. Конвергенция метафоризации и гиперболизации (расширение семантического пространства): тропические и когнитивные аспекты // Актуальные проблемы филологии и педагогической лингвистики. «Аллегория. Метафора. Символ». — 2024. — № 4. — С. 187–197. — DOI: <https://doi.org/10.29025/2079-6021-2024-4-187-197>.

References

- [1] Barri P. Kniga reklamnyh koncepcij. — 2-e izd. — SPb.: Diton, 2012. — 296 s.
- [2] Borev Yu. B. O komicheskom. — M.: Iskusstvo, 1970. — 269 s.
- [3] Bystrova T. Yu. Veshch'. Forma. Stil': Vvedenie v filosofiyu dizajna. — 2-e izd. — Ekaterinburg: Kabinetnyj uchenyj, 2017. — 374 s.
- [4] Ermakova O. P. Nekotorye razmyshleniya o giperbole i tropah // Semantika i pragmatika yazykovykh edinic. — Kaluga: Izd-vo Kaluzh. gos. un-ta im. K. E. Ciolkovskogo, 2019. — S. 75–87.
- [5] Zabolotskaya E. A. Stilisticheskij priem «giperbola» v zhivopisi i grafike // Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Poznanie. — 2022. — № 11. — S. 5–8. — DOI: 10.37882/2500–3682.2022.11.04.
- [6] Zabolotskaya E. A. Stilisticheskij priem «giperbola» v reklame media o mode // Psihologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya. — 2022. — № 4–1. — S. 234–241: [sajt] — URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-psycology-2022-4/c9-zabolotskaya.pdf> (data obrashcheniya: 18.03.2025).
- [7] Kameneva V. A., Rabkina N. V., Gorbacheva O. N. Vizual'naya stilistika (na materiale reklamnogo teksta) // Politicheskaya lingvistika. — 2022. — № 5 (95). — S. 199–207: [sajt] — URL: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/17676> (data obrashcheniya: 18.03.2025).
- [8] Kashkin V. B. Vvedenie v teoriyu kommunikacii: ucheb. posobie. — Voronezh: VGTU, 2003. — 178 s.
- [9] Krysin L. P. Giperbola v russkoj razgovornoj rechi // Russkoe slovo, svoe i chuzhoe: Issledovaniya po sovremennomu russkomu yazyku i sociolingvistike: [sajt] — URL: <http://www.philology.ru/linguistics2/krysin-04d.htm> (data obrashcheniya: 19.03.2025).
- [10] Kupina N. A. Stilistika sovremennogo russkogo yazyka: uchebnik dlya bakalavrov. — M.: Yurajt, 2013. — 415 s.
- [11] Pivovarova N. A. Tropy v proektnoj metodologii otechestvennogo graficheskogo dizajna XX–XXI vv. // Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie

nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki. – 2017. – № 12. – S. 196–202: [sajt] – URL: <https://www.gramota.net/article/hss20171851/fulltext> (data obrashcheniya: 18.03.2025).

- [12] Porechnaya V.I. Konvergenciya metaforizatsii i giperbolizatsii (rasshirenie semanticheskogo prostranstva): tropicheskie i kognitivnye aspekty // Aktual'nye problemy filologii i pedagogicheskoy lingvistiki. «Allegoriya. Metafora. Simvol». – 2024. – № 4. – S. 187–197. – DOI: <https://doi.org/10.29025/2079-6021-2024-4-187-197>.

Статья поступила в редакцию 18.03.2025.
Опубликована 30.06.2025.

Баринова Полина Валерьевна

студент магистратуры, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Уральский гуманитарный институт, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: valerevna.2001@mail.ru

Varinova Polina V.

Master's student, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Institute for Humanities, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: valerevna.2001@mail.ru

Быстрова Татьяна Юрьевна

доктор философских наук, профессор, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), главный научный сотрудник, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИ-проект, Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: taby27@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0001-6713-6867

Bystrova Tatyana Yu.

Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Chief scientific officer, Branch of FSBI «CIRD of the Ministry of Construction of Russia» UralNIIProjekt, Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: taby27@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0001-6713-6867

Использование нейросетей в дизайн-образовании



Булатова Анастасия Васильевна

кандидат философских наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: a.v.bulatova@urfu.ru

Авторы предлагают легализовать использование генеративных нейросетей в учебном процессе, связанном с профессиональной подготовкой будущих дизайнеров и студентов иных творческих специальностей, делятся опытом проведения занятий, предполагающих решение креативной задачи с помощью искусственного интеллекта. Отмечается, что преподаватель выступает не только в качестве эксперта, но и медиатора-посредника, задача которого состоит в организации безопасного пространства коммуникации и в эмоциональном вовлечении студентов в учебную деятельность.

Ключевые слова: генеративные нейросети, дизайн, образовательный процесс, методика занятия, медиация.



Журавлева Надежда Ивановна

кандидат философских наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: nadic1@mail.ru

*Bulatova A. V., Zhuravleva N. I., Melnicova S. V.
The use of neural networks in design-focused education*

The authors propose changing the status of neural networks to officially recognized and share their experiences in educational practice. The change in the role of the teacher associated with the inclusion of artificial intelligence technologies in the educational process is substantiated. It is noted that the teacher acts not only as an expert, but also as a mediator whose task is to organize a safe communication space and to emotionally involve students-designers in educational activities

Keywords: neural networks, design, educational process, lesson methodology, mediation.



Мельникова Светлана Витальевна

кандидат философских наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: s.v.melnikova@urfu.ru

Введение

Взрывной рост пользователей, обращающихся к помощи искусственного интеллекта (далее — ИИ) для решения текущих задач в различных областях деятельности, приводит к изменениям и в дизайн-образовании. Анализ публикаций, представленных в международных системах цитирования, проведенный Х. Кромптон и Д. Берк, показал, что в 2021 и 2022 гг. количество публикаций, посвященных применению AIED (ИИ) в образовании, увеличилось почти в два-три раза по сравнению с предыдущими годами [26]. Такая ситуация, наблюдающаяся и в России, объясняется не только развитием дистанционного обучения в период карантинных ограничений, но и выходом генеративных нейросетей на пользовательский уровень.

В отечественных и зарубежных работах, посвященных анализу возможностей ИИ, осмысляются сферы применения цифровых технологий в образовании, ожидаемые результаты, проблемы и риски, связанные с развитием цифровых технологий, этические вопросы взаимодействия человека и машины. Эти проблемы универсальны и проявляются вне зависимости от специфики конкретной специальности или учебной дисциплины. В нашем случае актуальным становится еще один, более узкий аспект, связанный с обучением студентов-дизайнеров, — использование генеративного

интеллекта в процессе выполнения творческих заданий.

Цель статьи — показать образовательные возможности применения нейросетей в дизайн-образовании на примере разработанной и реализуемой авторами методики.

В основе исследования лежит **гипотеза**, что использование нейросетей изменяет принципы взаимодействия преподавателя и студента: традиционная роль преподавателя-эксперта и носителя знаний дополняется ролью медиатора — посредника, задача которого состоит в организации коммуникативного пространства и эмоциональном вовлечении студентов в творческую учебную деятельность. Это связано, помимо всего, с тем, что преподаватели, как и студенты, только осваивают возможности ИИ, что несколько выравнивает их компетентностный уровень. Позиция обучающегося снижает экспертный статус педагога, но не лишает других преимуществ перед студентами: он видит стратегическую цель и знаком с набором когнитивных инструментов для ее достижения, способен организовать и направить ученика, сопровождая и поощряя творческий процесс.

Поиск методик, помогающих созданию единого поля взаимодействия, снимающих традиционную бинарность учителя и обучающегося, побудил нас обратиться к опыту музейных партиципаторных практик, предполагающих включение зрителя в процесс восприятия

и интерпретации произведения, осуществляющееся с помощью неформального наставника. Возможность их применения за рамками музейной педагогики в качестве образовательного инструмента, стимулирующего креативный потенциал и когнитивные навыки студентов, связанные с обработкой информации, умением системно и критически мыслить, был обоснован авторами в ряде статей [1; 2].

Одна из партиципаторных техник — медиация. «Медиация в широком смысле — это целостная стратегия работы с аудиториями, смещающая фокус с посетителя как пассивного получателя информации на его активное вовлечение в совместное производство знаний и смыслов и критическое обсуждение», — поясняет специалист в области музейного образования Д. Маликова [9, 47]. Выбор медиации для организации описываемого в статье занятия обусловлен тем, что использование ИИ в процессе творчества сдвигает образовательную задачу с выработки исполнительской техники к поиску алгоритма креативного решения.

Поставленная цель потребовала обратиться, с одной стороны, к исследованиям, посвященным проблемам использования ИИ в образовательном и творческом процессе, с другой — к опыту музейной педагогики в применении партиципаторных практик.

Появление генеративных нейросетей актуализировало проблему авторской этики и академической честности и, как следствие, вызвало дискуссию в преподавательской среде о легитимности применения ИИ студентами в процессе выполнения творческих работ. Вариантом решения этой проблемы большинство исследователей-педагогов посчитали возможность использования генеративных технологий в качестве инструмента решения креативной задачи. «В качестве одного из возможных вариантов изменений в преподавании дисциплины может выступать включение этапа учебной практики студентов с ИИ-инструментом в традиционную методику обучения предмету», — полагает П. В. Сысоев [17, 46]. Сходного мнения придерживается и М. В. Субботина, рекомендуя трансформировать задания таким образом, чтобы применение ИИ для их выполнения было либо невозможно, либо, наоборот, необходимо [16]. Ю Хао (Yu Hao) из Педагогического университета Шэньси, ссылаясь на авторитет профессоров Кембриджа и Калифорнийского университета, считает, что не следует

ограничивать использование технологий искусственного интеллекта, таких как Chat GPT и других новых инструментов. Но вместе с этим необходимо сделать коррективы в методы преподавания и стандарты экзаменов, чтобы иметь гарантии академической честности учащихся [29].

Превосходящая человеческие возможности производительность генеративных нейросетей, способных синтезировать огромное количество образов за короткий период, заставляет задуматься о роли ИИ не только в образовании, но и будущей профессиональной деятельности дизайнера. И если в ситуации с общеобразовательными процессами опасения, связанные с цифровизацией, вызваны возможной утратой педагогом своих функций, переданных ИИ, то в этом случае возникает вопрос о замене дизайнера творящим компьютером.

Проблемы генеративного искусства: автоматизации творчества при взаимодействии человеческого и машинного интеллекта, авторского права и статуса полученного креативного продукта представлены в работах Т. Е. Фадеевой [18], Л. Ю. Салмина [13], А. Ю. Демшиной [5], Е. И. Соколовой [15], Т. С. Метелик [10], С. В. Миловидова [11].

Компьютер осмысливается как инструмент художника в исследованиях К. Пол [12], Т. Хоббса [24], М. А. Боден [20], Ф. Франко [20], М. Пирсона [27], А. Форбса [21]. Рассматривая технологии и результаты генеративного дизайна и алгоритмического искусства, созданного с помощью компьютерных программ и ИИ, они усматривают в нем «художественное пересечение между программированием, компьютерной графикой и индивидуальным самовыражением» [27].

К вопросам, связанным с применением нейросетей в креативной практике, обращаются и отечественные педагоги-дизайнеры [3; 7; 14]. Ассистированное творчество вызывает у них, по преимуществу, больше воодушевления, нежели опасений [4]. Генеративные подходы могут рассматриваться и в качестве средства развития креативности студентов, например, будущих графических дизайнеров [19].

Представленные выводы убеждают нас в необходимости открытого использования ИИ в учебном процессе и пересмотра набора заданий и практик с тем, чтобы формируемые с их помощью компетенции служили утверждению гуманитарной доминанты (креативных и когнитивных способностей человека) во взаимо-

действии с машиной и позволяли эффективно использовать возможности нейросетей в будущей профессиональной деятельности.

В вопросах переосмысления роли преподавателя в учебном процессе, задействующем ИИ, мы опираемся на исследования партиципаторных техник, сформировавшихся в рамках музейной педагогики. Партиципаторные практики (медиация, фасилитированная дискуссия и т. д.), меняющие роль музейного работника (экскурсовода) с экспертной на сопровождающую, могут применяться и в образовательном процессе, что уже было показано авторами [2]. На успешный педагогический результат использования свободной дискуссии указывает А. С. Хаузен [25], ее коллеги Ф. Йеновайн [28] и Д. Франкл [23]. Интересный опыт работы со студенческой аудиторией сложился в Русском музее благодаря методике, разработанной и описанной Н. В. Иевлевой, М. В. Потаповой [8]. Анализ целей и принципов музейной партиципации, основанной на полилогической коммуникации, позволил нам выявить основные положения для проектирования методики проведения занятий, направленных на актуализацию творческого потенциала студентов.

Методологическую базу исследования составили теоретические и эмпирические методы: изучение и анализ исследований в области цифровых инструментов в образовании и образовательных партиципаторных методик, а также наблюдение, изучение и обобщение опыта применения нейросетей в обучении студентов творческих специальностей.

Выводы и методики апробированы в ходе освоения учебных дисциплин: Визуальные коммуникации, Рекламная деятельность, Проектирование средств визуальной коммуникации, Язык рекламы, Современное искусство и арт-практики.

В статье представлен опыт практических занятий по дисциплине «Язык рекламы» на тему «Разработка информационно-рекламного плаката к юбилею К. Малевича» (задание 2024 г. международного выставочно-конкурсного проекта ФОРМА = СМБСЛ), в процессе которых применялась партиципаторная методика медиации. Авторы опробовали музейные технологии эмоционального включения студентов в процесс совместного обсуждения способов выполнения задания. Преподаватель выполнял роль сопровождающего, стимулирующего творческий поиск обучающихся.

Результаты исследования

Предлагаемая методика, позволяющая вовлечь студентов творческих специальностей в освоение новых навыков и стимулирующая развитие универсальных и профессиональных компетенций, может быть описана на примере выполнения задания «Разработка информационно-рекламного плаката к юбилею К. Малевича», предложенного студентам 3 курса направления «художественно-рекламный сервис».

Групповые практические занятия проводились с целью развития профессиональных умений и навыков, способствующих решению творческих задач с помощью нейросети как поискового инструмента и средства образной визуализации креативного замысла. Предложенное задание позволяло:

- мотивировать студентов к творчеству;
- расширить знания в сфере искусствоведения и истории живописи;
- содействовать освоению принципов работы с нейросетями;
- научить формулировать задания для нейросети;
- способствовать выработке профессионального навыка анализа творческого результата на соответствие требованиям заказчика и художественной выразительности.

Активизация необходимых для достижения цели действий студентов осуществлялась посредством создания партиципаторной среды учебного занятия.

Для того, чтобы работа имела практическую значимость, условия задания были взяты из международного выставочно-конкурсного проекта 2024 г. ФОРМА=СМЫСЛ, организованного кафедрой дизайна Донского государственного технического университета и Международной общественной ассоциацией «Союз дизайнеров». Положение конкурса допускало использование нейросетей.

Итогом деятельности студентов, рассчитанной на несколько аудиторных занятий и домашнюю работу, стали отвечающие конкурсным требованиям плакаты, выполненные с помощью генеративной нейросети.

Студентами сделано 17 плакатов, 6 из них представлено на конкурс.

Работа над заданием проходила в несколько последовательных этапов.

Нулевой этап. Постановка проблемы, определение конечной цели и тактических задач для осуществления проекта — разработки рекламного информационного плаката, посвященного 145-летию К. Малевича.

Первый этап. Использование партиципаторных методик в обсуждении творчества К. Малевича (фасилитированная дискуссия, методика Оссиана Уорда, медиация). Создание поля и правил для обсуждения преподавателем-медиатором и группой. Актуализация внимания, эмоциональной вовлеченности, включенности в предлагаемую тему, обмен мнениями.

Второй этап. Осмысление чувственных, образных и рациональных результатов первого этапа. Фиксация их в ассоциативно-ментальных картах, мудбордах и т. п.

Третий этап. Подбор инструмента (нейросети) для выполнения задания. ИИ используется как партнер для мозгового штурма (сбор вариантов, направлений решения задачи). Одновременно с этим проводится тестирование доступных нейросетей, оцениваются их возможности и ограничения. Для решения предложенной задачи была выбрана отечественная нейросеть «Кандинский».

Четвертый этап. Работа с нейросетью, формулирование «промтов», получение результатов, обсуждение их в группе. Преподаватель-медиатор руководит процессом поиска решения, эмоционально вовлекает участников, помогает обратить внимание на интересные идеи. Он может инициировать отход от темы для появления новых точек зрения, парадоксальных ассоциаций (работы К. Малевича могут вызывать самые разнообразные ассоциации, от цветокомбинаций до популярных анимационных образов), организовать мозговой штурм.

Пятый этап. Подведение итогов поискового процесса. Определен набор креативных идей для подробной разработки проектов, выявлены возможности различных нейросетей, формулируются направления для дальнейшей самостоятельной работы.

Шестой этап. Самостоятельная работа студентов.

Седьмой этап. Обсуждение результатов домашних работ. Преподаватель выступает в роли медиатора, организатора дискуссии и стимулирует студентов к обмену мнениями, позволяющими выявить недостатки работы и устранить их, используя, в том числе, нейросети. Это помогает скорректировать результат, справиться с проблемой несоответствия полученного плаката предъявленным требованиям.

Восьмой этап. Решение текущих задач с помощью нейросети. Этот этап студенты проходят самостоя-



Иллюстрация 1. Дорисовка изображения с помощью нейросети. 2024 г. Автор: студент Е. А. Соколова

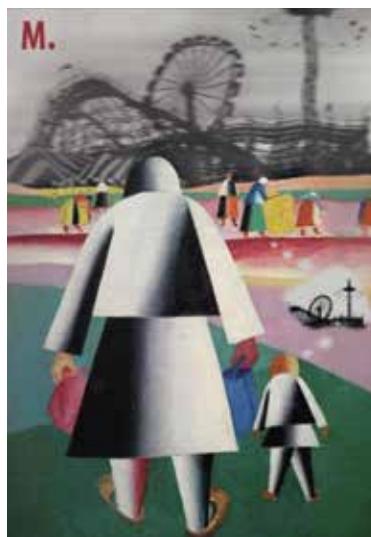


Иллюстрация 2. Итоговая работа. Плакат. Дорисовка изображения с помощью нейросети. 2024 г. Автор: студент Е. А. Соколова

тельно. Некоторые промежуточные, поисковые варианты, сгенерированные нейросетью, могут вызвать эмоциональный отклик и желание творить, выходя за рамки сформулированного задания. Результат доработки в нейросетях (продолжение изображения, заполнение белого поля) изображения, референсом которого является работа К. Малевича «Марфа и Ванечка», показан на Иллюстрациях 1 и 2.

Девятый этап. Превращение в готовый продукт, соответствующий предъявленным требованиям и условиям. На этом этапе студенты, при поощрении к дискуссии преподавателем-медиатором, делятся технологией получения результата, практикой работы с нейросетями, анализируют творческий процесс, подводят итоги.

Предложенная выше схема процесса может быть применима к разработке различных креативных продуктов и может занимать как одно, так и несколько практических занятий. Описанная работа продлилась три занятия.

Как показало наше исследование, применение партиципаторных методик в процессе занятия, предполагающего обязательное использование генеративных нейросетей для выполнения креативных заданий, позволяет решить ряд разноразмерных задач:

— *Привлечение внимания:* использование нейросетей привлекает внимание студентов в силу своей актуальности и естественного желания минимизировать усилия по выполнению заданий.

— *Включенность:* получение мгновенных результатов с применением методик медиации позволяет эмоционально вовлечь студентов в процесс работы и облегчить процесс коммуникации. В определенной степени использование нейросетей снижает стресс у студентов при публичной демонстрации своих творческих результатов, так как их реальные или мнимые недостатки можно списать на некачественную работу нейросети. Студенты, обсуждая в группе креативные продукты, сделанные с помощью нейросети, более активно и свободно высказывают свою точку зрения.

— *Решение текущих задач:* групповое обсуждение работ на разных этапах разработки позволяет осуществлять обмен мнениями, привлекать опыт и знания всех участников дискуссии как в сфере применения нейросетей, так и профессиональной творческой деятельности.

— *Поиск креативного решения:* использование нейросетей на этапе поиска решений приводит к продуктивному мозговому штурму, запускает цепочку ассоциативных связей, способных привести к оформлению креативной идеи. Этот процесс может осуществляться и на посткоммуникативном этапе, вне аудитории, самостоятельно в свободное время.

— *Создание дополненной реальности:* доступность и мгновенность результата позволяет расширить возможности разработки креативных продуктов, изображение или видео можно дополнить звуком, текстом и т. п. Это, в свою очередь, позволяет расширить возможности профессиональной компетентности и сделать более интересный и качественный продукт.

— *Сотворчество:* стимуляция креативного потенциала осуществляется за счет взаимодействия с искусственным интеллектом как ассистентом, а также со студенческой группой и преподавателем, организующим атмосферу творческой коммуникации.

Нейросети генеративного типа, применяемые для выполнения задания, могут быть задействованы на всех этапах разработки креативного продукта. «В целом следует воспринимать технологии ИИ как решение, а не как проблему», — полагает М. В. Субботина, обращая внимание на актуальные для нас возможности: использование ИИ в качестве подспорья в ходе мозговых штурмов, когда участники исчерпали идеи, а также создание и редактирование визуальных материалов (изображения и видео) [16, 181].

Признавая двоякую роль нейросетей в творческом процессе, следует помнить о парадоксальности ее применения: нейросеть не способна генерировать новые идеи, но может быть использована в процессе их поиска; будучи инструментом реализации авторской мысли, она не способна создать новое стилевое решение и на данном этапе своего развития может не быть адекватной оригинальному творческому замыслу.

Обучение работе с нейросетью — это не обучение техническим навыкам, но формирование способностей, относящихся к гуманитарным компетенциям. Приори-

тет гуманитарной составляющей образования в этом случае объясняется не только его значением для духовного наполнения творческой личности, но и для выработки умения видеть, говорить и оценивать как профессионал. Нейросеть действует в соответствии со словесным запросом человека (промптом). «Художник работает над тем, чтобы превратить свои художественные инстинкты в четкие инструкции. Компьютеры не воспринимают нечеткие инструкции. Они должны точно знать, что вы от них хотите и как это сделать», — напоминает американский художник Тайлер Хоббс, описывая специфику генеративного искусства [24]. Поэтому главные задачи преподавателя-медиатора состоят в побуждении к рефлексии и самонаблюдению, позволяющим студентам проговаривать исходные творческие интуиции и возникающие ассоциации, а также в поддержании дискуссионного режима решения задач, обмена знаниями и навыками, в содействии опыту самовыражения как внимательного зрителя и творца.

Заключение

Применение партиципаторных методик (медиации) в рамках творческой работы с нейросетями направлено на развитие креативности студентов; освоение ими новых культурных практик; повышение уровня коммуникативной компетентности, в том числе профессиональной; активизацию навыков критического мышления. Результатом направляемого преподавателем-медиатором образовательного процесса должны стать:

- умение определять стратегию и тактику эффективно-го развития системного и целостного видения поставленной проблемы, в том числе и в профессиональной сфере;
- решение задачи с использованием возможностей различных нейросетей;
- знание элементов и структур, из которых можно с помощью нейросетей скомбинировать креативный продукт (понимание возможностей применяемого творческого метода и заданных стилистических особенностей, определение нужных параметров генерируемого объекта);
- владение профессиональным языком и знаниями в профессиональной сфере: способность задать вопросы и поставить задачу перед нейросетью;
- навыки работы с результатом, полученным от нейросети: умение анализировать сгенерированные продукты, оценить их качество, доработать недостатки в случае неудовлетворительного результата, переформулировать задание.

Накопленный авторами статьи преподавательский опыт позволяет заключить, что сочетание работы с нейросетями и современных партиципаторных техник продуктивно в дизайн-образовании. Описанная в статье методика взаимодействия на занятии может быть эффективна и для формирования необходимых навыков у студентов, и для повышения профессиональной компетенции преподавателей, объединенных совместным процессом творческого поиска, предполагающего нестандартизированное решение поставленной задачи и владение современными цифровыми технологиями.

Список использованной литературы

- [1] Булатова А. В., Журавлева Н. И., Мельникова С. В. Образовательный потенциал партиципаторных музейных методик // Вестн. Удмурт. ун-та. Серия: Философия. Психология. Педагогика. — 2023. — Т. 33. — № 4. — С. 407–416: [сайт] — URL: <https://journals.udsu.ru/philosophy-psychology-pedagogy/article/view/8333> (дата обращения: 07.05.2025).

- [2] Булатова А. В., Журавлева Н. И., Мельникова С. В. Партиципаторные практики как пространство сотворчества нейросети и человека в педагогическом процессе // Изв. Урал. федер. ун-та. Серия 1: Проблемы образования, науки и культуры. — 2023. — Т. 29. — № 4. — С. 211–221: [сайт] — URL: <https://journals.urfu.ru/index.php/Izvestia1/article/view/7258> (дата обращения: 07.05.2025).
- [3] Булыгина А. О. Роль генеративных нейросетей в обучении искусствам студентов художественно-графических факультетов // Проблемы современного педагогического образования. — 2023. — № 78–3. — С. 44–47: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-generativnyh-neyrosetey-v-obuchenii-iskusstvam-studentov-hudozhestvenno-graficheskikh-fakultetov/viewer> (дата обращения: 07.05.2025).
- [4] Галкин Д. В., Коновалова К. В., Бобков С. П. К проблеме автоматизации творчества в сфере искусства и дизайна: инструментальный и генеративный подход // Вестн. Томск. гос. ун-та. Культурология и искусствоведение. — 2021. — № 44. — С. 14–23: [сайт] — URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manger/Repository/koha:000898399> (дата обращения: 07.05.2025).
- [5] Демшина А. Ю. Нейроэстетика: наука, искусство и цифровая культура XXI века // Вестн. Санкт-Петербург. гос. ин-та культуры. — 2023. — № 2 (55). — С. 21–26: [сайт] — URL: <https://vestnik.spbgik.ru/stati/2956> (дата обращения: 07.05.2025).
- [6] Жуков А. Д. Генеративный искусственный интеллект в образовательном процессе: вызовы и перспективы // Вестн. Моск. гос. ун-та культуры и искусств. — 2023. — № 5 (115). — С. 66–75: [сайт] — URL: <https://sciup.org/generativnyj-iskusstvennyj-intellekt-v-obrazovatelnom-processe/vyzovy-i-144162964> (дата обращения: 07.05.2025).
- [7] Зеленова Ю. И., Манаева С. В. Творчество нейросетей: риски и возможности для современных дизайнеров // Бюл. науки и практики. — 2023. — Т. 9. — № 6. — С. 474–482: [сайт] — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54035045> (дата обращения: 07.05.2025).
- [8] Иевлева Н. В., Потапова М. В. Свободная дискуссия: как говорить с молодежью в музее // Музей: науч.-практ. журнал. — 2018. — № 1–2. — С. 78–81: [сайт] — URL: <https://panor.ru/articles/svobodnaya-diskussiya-kak-govorit-s-molodezhu-v-muzee/10274.html#> (дата обращения: 07.05.2025).
- [9] Маликова Д. Н. Медиация: концепция и опыт Уральской индустриальной биеннале современного искусства // Экономика впечатлений: музейный, событийный, туристический менеджмент: материалы всерос. конф. — Пермь, 2019. — С. 47–52: [сайт] — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/413956978.pdf> (дата обращения: 07.05.2025).
- [10] Метелик Т. С. Генеративный метод проектирования и способы его реализации в графическом дизайне // Бизнес и дизайн ревю. — 2017. — Т. 1. — № 2 (6). — С. 11: [сайт] — URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29128361_42200601.pdf (дата обращения: 07.05.2025).
- [11] Миловидов С. В. Художественные особенности произведений компьютерного искусства, созданных с использованием технологий машинного обучения // Артикальт. — 2022. — № 4 (48). — С. 36–48: [сайт] — URL: <https://articult.rshu.ru/articult-48-4-2022/articult-48-4-2022-milovidov.php> (дата обращения: 07.05.2025).
- [12] Пол К. Цифровое искусство. — М.: Ад Маргинем пресс, 2017. — 272 с.
- [13] Салмин Л. Искусственный интеллект как шанс // Проект Байкал. — 2024. — № 79. — С. 30–37: [сайт] — URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/2280> (дата обращения: 07.05.2025).
- [14] Самарина А. Е., Бояринов Д. А. Нейросети для генерации изображений: педагогический потенциал в высшем образовании // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2023. — № 11. — С. 161–179: [сайт] — URL: <https://e-koncept.ru/2023/231116.htm> (дата обращения: 07.05.2025).
- [15] Соколова Е. И. Искусственный интеллект и искусство // Научные труды Санкт-Петербургской академии художеств. — 2021. — № 59. — С. 242–247: [сайт] — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/773514171.pdf> (дата обращения: 07.05.2025).
- [16] Субботина М. В. Искусственный интеллект и высшее образование — враги или союзники // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Серия: Социология. — 2024. — Т. 24. — № 1. — С. 176–183: [сайт] — URL: <https://repository.rudn.ru/ru/records/article/record/106830> (дата обращения: 07.05.2025).
- [17] Сысоев П. В. Этика и ИИ-плагиат в академической среде: понимание студентами вопросов соблюдения авторской этики и проблемы плагиата в процессе взаимодействия с генеративным искусственным интеллектом // Высшее образование в России. — 2024. — № 2 (33). — С. 31–53: [сайт] — URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/4804> (дата обращения: 07.05.2025).
- [18] Фадеева Т. Е. «Союз» художника с нечеловеческим агентом — утопия или рабочая модель художественного производства? // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. — 2023 — Т. 25. — № 1 (88). — С. 108–115: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soyuz-hudozhnika-s-nechelovecheskim-agentom-utopiya-ili-rabochaya-model-hudozhestvennogo-proizvodstva> (дата обращения: 07.05.2025).
- [19] Шмакова Л. Е., Ченушкина С. В., Краюхина О. Е. Генеративные подходы как средство развития креативности у студентов творческих специальностей // Мир науки, культуры, образования. — 2022. — № 4 (95). — С. 125–128: [сайт] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/generativnye-podhody-kak-sredstvo-razvitiya-kreativnosti-u-studentov-tvorcheskih-spetsialnostey> (дата обращения: 07.05.2025).
- [20] Boden M. A., Edmonds E. A. What is generative art? // Digital Creativity. — 2009. — Vol. 20 (1–2). — P. 21–46: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/233128802_What_is_generative_art (дата обращения: 07.05.2025).
- [21] Forbes A. Creative AI: From Expressive Mimicry to Critical Inquiry // Artnodes. — July. — 2020. — № 26. — P. 1–10: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/343108987_Creative_AI_From_Expressive_Mimicry_to_Critical_Inquiry (дата обращения: 07.05.2025).
- [22] Franco F. Generative Systems Art: The Work of Ernest Edmonds. — London; N. Y.: Routledge, 2017. — 158 p.
- [23] Frankel Diane B. True Needs True Partners // True Needs, True Partners: Museums and Schools Transforming education. — Washington, D. C.: Institute of Museum Services, 1996. — P. 9–14.

- [24] Hobbs T. The importance of generative art // Tylerxhobbs, 2021: [сайт] — URL: <https://www.tylerxhobbs.com/words/the-importance-of-generative-art> (дата обращения: 07.05.2025).
- [25] Housen A.S. Aesthetic Thought, Critical Thinking and Transfer // Arts and Learning Research Journal. — 2001–2002. — Vol. 18. 1. — P. 99–131: [сайт] — URL: <https://vtshome.org/wp-content/uploads/2016/08/5%C3%86sthetic-Thought-Critical-Thinking-and-Transfer.pdf> (дата обращения: 07.05.2025).
- [26] Krompton H., Berk D. Artificial intelligence in higher education: the state of the field // International Journal of Educational Technology in Higher Education. — 2023. — Vol. 20: [сайт] — URL: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8> (дата обращения: 07.05.2025).
- [27] Pearson M. Generative art: a practical guide using processing paperback. — N. Y.: Manning, 2011. — 240 p.
- [28] Yenawine P. Thoughts on Visual Literacy Handbook of Research on Teaching Literacy through the Communicative and Visual Arts. — N. Y.: Routledge, 2004. — 936 p.
- [29] Yu Hao. Reflection on whether Chat GPT should be banned by academia from the perspective of education and teaching // Frontiers in Psychology. — June. — 01. — 2023. — 12 p.: [сайт] — URL: https://www.researchgate.net/publication/371634141_Reflection_on_whether_Chat_GPT_should_be_banned_by_academia_from_the_perspective_of_education_and_teaching (дата обращения: 07.05.2025).
- [30] [сайт] — URL: <https://vestnik.spbgik.ru/stati/2956> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [6] Zhukov A.D. Generativnyj iskusstvennyj intellekt v obrazovatel'nom processe: vyzovy i perspektivy // Vestn. Mosk. gos. un-ta kul'tury i iskusstv. — 2023. — № 5 (115). — S. 66–75: [сайт] — URL: <https://sciup.org/generativnyj-iskusstvennyj-intellekt-v-obrazovatelnom-processe-vyzovy-i-144162964> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [7] Zelenova Yu.I., Manaeva S.V. Tvorchestvo nejrosetej: riski i vozmozhnosti dlya sovremennyh dizajnerov // Byul. nauki i praktiki. — 2023. — T. 9. — № 6. — S. 474–482: [сайт] — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54035045> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [8] Ievleva N.V., Potapova M.V. Svobodnaya diskussiya: kak govorit' s molodezh'yu v muzee // Muzej: nauch.-prakt. zhurnal. — 2018. — № 1–2. — S. 78–81: [сайт] — URL: <https://panor.ru/articles/svobodnaya-diskussiya-kak-govorit-s-molodezhyu-v-muzee/10274.html#> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [9] Malikova D.N. Mediacy: koncepciya i opyt Ural'skoj industrial'noj biennale sovremennogo iskusstva // Ekonomika vpechatlenij, sobytijnyj, turistskij menedzhment: materialy vseros. konf. — Perm', 2019. — S. 47–52: [сайт] — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/413956978.pdf> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [10] Metelik T.S. Generativnyj metod proektirovaniya i sposoby ego realizacii v graficheskom dizajne // Biznes i dizajn revyu. — 2017. — T. 1. — № 2 (6). — S. 11: [сайт] — URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29128361_42200601.pdf (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [11] Milovidov S.V. Hudozhestvennye osobennosti proizvedenij komp'yuternogo iskusstva, sozdannyh s ispol'zovaniem tekhnologij mashinnogo obucheniya // Artikul't. — 2022. — № 4 (48). — S. 36–48: [сайт] — URL: <https://articul.ruh.ru/articul-48-4-2022/articul-48-4-2022-milovidov.php> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [12] Pol K. Cifrovoe iskusstvo. — M.: Ad Marginem press, 2017. — 272 s.
- [13] Salmin L. Iskusstvennyj intellekt kak shans // Proekt Bajkal. — 2024. — № 79. — S. 30–37: [сайт] — URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/2280> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [14] Samarina A.E., Boyarinov D.A. Nejroseti dlya generacii izobrazhenij: pedagogicheskij potencial v vysshem obrazovanii // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept». — 2023. — № 11. — S. 161–179: [сайт] — URL: <https://e-koncept.ru/2023/231116.htm> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [15] Sokolova E.I. Iskusstvennyj intellekt i iskusstvo // Nauchnye trudy Sankt-Peterburgskoj akademii hudozhestv. — 2021. — № 59. — S. 242–247: [сайт] — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/773514171.pdf> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [16] Subbotina M.V. Iskusstvennyj intellekt i vysshee obrazovanie — vragi ili soyuzniki // Vestn. Ros. un-ta družby narodov. Seriya: Sociologiya. — 2024. — T. 24. — № 1. — S. 176–183: [сайт] — URL: <https://repository.rudn.ru/ru/records/article/record/106830> (дата обрaшчeния: 07.05.2025).
- [17] Sysoev P.V. Etika i II-plagiat v akademicheskoy srede: ponimanie studentami voprosov soblyudeniya avtorskoj etiki i problemy plagiata v processe vzaimodejstviya s generativnym iskusstvennym intellektom // Vysshee

- obrazovanie v Rossii. — 2024. — № 2 (33). — S. 31–53: [sajt] — URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/4804> (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [18] Fadeeva T. E. «Soyuz» hudozhnika s nechelovecheskim agentom — utopiya ili rabochaya model' hudozhestvennogo proizvodstva? // *Izv. Samar. nauch. centra Ros. akad. nauk. Social'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki.* — 2023 — T. 25. — № 1 (88). — S. 108–115: [sajt] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soyuz-hudozhnika-s-nechelovecheskim-agentom-utopiya-ili-rabochaya-model-hudozhestvennogo-proizvodstva> (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [19] Shmakova L. E., Chenushkina S. V., Krayuhina O. E. Generativnye podhody kak sredstvo razvitiya kreativnosti u studentov tvorcheskikh special'nostej // *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya.* — 2022. — № 4 (95). — S. 125–128: [sajt] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/generativnye-podhody-kak-sredstvo-razvitiya-kreativnosti-u-studentov-tvorcheskikh-spsialnostej> (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [20] Boden M. A., Edmonds E. A. What is generative art? // *Digital Creativity.* — 2009. — Vol. 20 (1–2). — R. 21–46: [sajt] — URL: https://www.researchgate.net/publication/233128802_What_is_generative_art (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [21] Forbes A. Creative AI: From Expressive Mimicry to Critical Inquiry // *Artnodes.* — July. — 2020. — № 26. — R. 1–10: [sajt] — URL: https://www.researchgate.net/publication/343108987_Creative_AI_From_Expressive_Mimicry_to_Critical_Inquiry (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [22] Franco F. *Generative Systems Art: The Work of Ernest Edmonds.* — London; N. Y.: Routledge, 2017. — 158 p.
- [23] Frankel Diane B. *True Needs True Partners // True Needs, True Partners: Museums and Schools Transforming education.* — Washington, D. C.: Institute of Museum Services, 1996. — P. 9–14.
- [24] Hobbs T. The importance of generative art // *Tylerxhobbs, 2021:* [sajt] — URL: <https://www.tylerxhobbs.com/words/the-importance-of-generative-art> (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [25] Housen A. S. *Aesthetic Thought, Critical Thinking and Transfer // Arts and Learning Research Journal.* — 2001–2002. — Vol. 18. 1. — P. 99–131: [sajt] — URL: <https://vtshome.org/wp-content/uploads/2016/08/5%C3%86sthetic-Thought-Critical-Thinking-and-Transfer.pdf> (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [26] Krompton H., Berk D. Artificial intelligence in higher education: the state of the field // *International Journal of Educational Technology in Higher Education.* — 2023. — Vol. 20: [sajt] — URL: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8> (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- [27] Pearson M. *Generative art: a practical guide using processing paperback.* — N. Y.: Manning, 2011. — 240 p.
- [28] Yenawine P. *Thoughts on Visual Literacy Handbook of Research on Teaching Literacy through the Communicative and Visual Arts.* — N. Y.: Routledge, 2004. — 936 p.
- [29] Yu Hao. Reflection on whether Chat GPT should be banned by academia from the perspective of education and teaching // *Frontiers in Psychology.* — June. — 01. — 2023. — 12 p.: [sajt] — URL: https://www.researchgate.net/publication/371634141_Reflection_on_whether_Chat_GPT_should_be_banned_by_academia_from_the_perspective_of_education_and_teaching (data obrashcheniya: 07.05.2025).
- Статья поступила в редакцию 23.05.2025.
Опубликована 30.06.2025.
- Булатова Анастасия Васильевна**
кандидат философских наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: a.v.bulatova@urfu.ru
ORCID ID: 0000-0001-7255-6583
- Bulatova Anastasiya V.**
PhD, Docent, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: a.v.bulatova@urfu.ru
ORCID ID: 0000-0001-7255-6583
- Журавлева Надежда Ивановна**
кандидат философских наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: nadic1@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6713-6867
- Zhuravleva Nadezda I.**
PhD, Docent, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: nadic1@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-4217-567X4
- Мельникова Светлана Витальевна**
кандидат философских наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: s.v.melnikova@urfu.ru
ORCID ID: 000-0003-0556-0747
- Melnikova Svetlana V.**
PhD, Docent, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: s.v.melnikova@urfu.ru
ORCID ID: 000-0003-0556-0747

ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИЯМ

В соответствии с требованиями ВАК РФ статьи, поступившие в редакцию журнала, проходят рецензирование.

- К публикации принимаются материалы прикладных и фундаментальных исследований, не опубликованные ранее в других печатных изданиях. Выявление идентичных текстов одного автора в других печатных и электронных изданиях ведет к расторжению договора и снятию статьи с публикации.
- Рукопись статьи сопровождается авторской справкой. Рукопись статьи аспирантов сопровождается рецензией научного руководителя. Рукопись статьи по направлению «строительные науки» сопровождается актом экспертизы.
- Материалы представляются в электронном и бумажном виде. На распечатанных статьях должны быть подписи авторов, а на рукописях аспирантов — подписи научных руководителей.
- Объем статьи не должен превышать 14 страниц, включая иллюстрации.
- Текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Office Word, шрифт Times New Roman, через 1,5 интервала. Основной текст — кегль 14 (кроме списка использованной литературы и примечаний).
- Иллюстрации прилагаются отдельными файлами, каждый объемом не менее 300 кБ. Фотография автора присылается отдельным файлом. Иллюстрации должны содержать ссылку на источник или автора представленной иллюстрации.

В статье должны присутствовать:

- УДК в левом верхнем углу.
- Фамилия, имя, отчество автора (авторов) должны быть напечатаны под индексом УДК заглавными буквами.
- Название статьи — заглавными буквами (на русском и английском языках).
- После названия статьи приводится аннотация 5—8 строк (на русском и английском языках).
- После аннотации — ключевые слова на русском и английском языках (не более 10 слов на каждом языке).
- Статья должна содержать ссылки на представленный список литературы в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.
- Статья должна содержать раздел «Выводы» или «Закключение».
- В конце статьи приводится список использованной литературы, составленный в соответствии с ГОСТом.

Авторская справка должна содержать:

- Фамилию, имя, отчество автора (авторов) полностью.
- Ученую степень и ученое звание.
- Место работы, должность.
- Телефон (рабочий, мобильный), e-mail, почтовый адрес (включая почтовый индекс).

В случае невыполнения требований редколлегия вправе отклонить статью или вернуть ее на доработку.

Принадлежность и объем авторских прав на публикуемые в журнале материалы определяются Авторским договором и действующим законодательством Российской Федерации.

Рукописи не возвращаются. Оригинал статьи с правками редактора и корректура хранятся в архиве редакции не менее года (как официальный документ) с приложенными рецензиями.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Авторское вознаграждение авторам не выплачивается.

Статьи высылать по электронной почте: mnm@uniip.ru

По всем вопросам, связанным с публикацией статей, можно обращаться к ответственному редактору по электронной почте: mnm@uniip.ru или по телефону 8 (343) 350-66-79.

Журнал распространяется по подписке, а также в свободной продаже.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

620075, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 50а, комн. 214.

Тел. (343) 350-66-79

Факс (343) 350-66-79

E-mail: mnm@uniip.ru

Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект