

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный
архитектурно-строительный университет

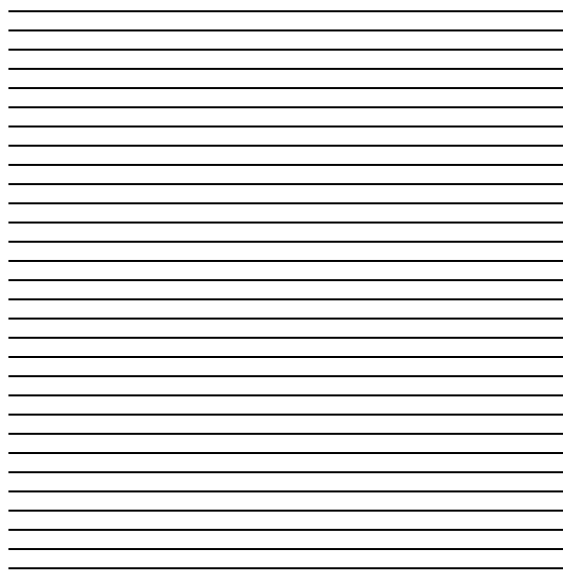
ВЕСТНИК

ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Том 28

№ 2 2026
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с апреля 1999 г.



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ляхович Л.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, профессор кафедры строительной механики ТГАСУ, г. Томск; гл. редактор; lls@tsuab.ru
Акимов П.А., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, ректор МГСУ, г. Москва; pavel.akimov@gmail.com
Белостоцкий А.М., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, ген. директор научно-исследовательского центра СтаДиО, г. Москва; amb@stadyo.ru
Беккер А.Т., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, научный руководитель политехнического института ДВФУ, г. Владивосток; bekker.at@dvfu.ru
Бондаренко И.А., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, директор НИИТИАГ, филиал ЦНИИП Минстроя России, г. Москва; nititag@yandex.ru
Волокитин Г.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой прикладной механики и материаловедения ТГАСУ, г. Томск; vgg-tomsk@mail.ru
Волокитин О.Г., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, проректор по научной работе ТГАСУ, г. Томск; study@tsuab.ru
Галаяудинов З.Р., докт. техн. наук, доцент, зав. кафедрой железобетонных конструкций ТГАСУ, г. Томск; z.galyautdinov@tsuab.ru
Гныря А.И., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, профессор кафедры технологии строительного производства ТГАСУ, г. Томск; tsp_tgasu@mail.ru
Детязрев В.В., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, зав. кафедрой гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск; ngasu_gts@mail.ru
Есаулов Г.В., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, проректор по научной работе МАРХИ, г. Москва; gvesaulov@raasn.ru
Ефименко В.Н., докт. техн. наук, профессор кафедры автомобильных дорог ТГАСУ, г. Томск; svefimenko_80@mail.ru
Ефименко С.В., докт. техн. наук, зав. кафедрой автомобильных дорог ТГАСУ, г. Томск; svefimenko@tsuab.ru
Зайченко Н.М., докт. техн. наук, профессор, ректор ДонНАСА, г. Макеевка; mailbox@domasa.ru
Ильичев В.А., докт. техн. наук, профессор, вице-президент РААСН, академик РААСН, г. Москва; ilyichev@raasn.ru
Каприелов С.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, зав. лабораторией НИИЖБ, г. Москва; kapriyelov@masterbeton-mb.ru
Копаница Н.О., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, г. Томск; kopantsa@mail.ru
Кудяков А.И., докт. техн. наук, советник РААСН, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, г. Томск; kudyakov@tsuab.ru
Кумпяк О.Г., докт. техн. наук, советник РААСН, профессор кафедры железобетонных конструкций ТГАСУ, г. Томск; kumpyak@yandex.ru
Лотов В.А., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, г. Томск; valotov@tpu.ru
Люсия Тсантилис, доцент кафедры охраны окружающей среды, земельных ресурсов и организации инфраструктуры Туринского политехнического университета, г. Турин, Италия; lucia.tsantilis@polito.it
Морозов В.И., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, зав. кафедрой строительных конструкций СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург; morozov@spbgasu.ru
Овсянников С.Н., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой архитектуры гражданских и промышленных зданий ТГАСУ, советник РААСН, г. Томск; ovsnn@tsuab.ru
Орозбеков М.О., докт. техн. наук, профессор ОшГУ, г. Ош, Кыргызская Республика; oshsu@mail.ru
Поляков Е.Н., докт. искусствоведения, канд. архитектуры, профессор кафедры теории и истории архитектуры ТГАСУ, член Союза архитекторов России, г. Томск; polyakov-en@ya.ru
Радченко А.В., докт. физ.-мат. наук, профессор, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск; andrey@ispms.tsc.ru
Ситникова Е.В., канд. архитектуры, доцент кафедры реставрации и реконструкции архитектурного наследия ТГАСУ, г. Томск; eleni@vtomske.ru
Сколубович Ю.Л., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, ректор НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск; sjl1964@mail.ru
Телтаев Б.Б., докт. техн. наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК и Международной академии транспорта, г. Алматы, Республика Казахстан; bagdabt@yahoo.com
Травуш В.И., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН, г. Москва; travush@mail.ru
Цветков Н.А., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплогазоснабжения ТГАСУ, г. Томск; nac.tsuab@yandex.ru
Шубенков М.В., докт. архитектуры, профессор, вице-президент РААСН, зав. кафедрой градостроительства МАРХИ, г. Москва; shubenkov@gmail.com
Шубин И.Л., докт. техн. наук, чл.-корр. РААСН, директор НИИСФ РААСН, г. Москва; niisf@niisf.ru
Чулин В.Р., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, зав. кафедрой городского строительства и хозяйства ИНИТУ, г. Иркуцк; chupinvr@ex.istu.edu

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Журнал «Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета» (подписной индекс 20424) включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по строительству и архитектуре, утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 17.06.2011 г.

Электронные версии журнала «Вестник ТГАСУ» представлены на сайтах «Научная электронная библиотека»: www.elibrary.ru; «Российская книжная палата»: <https://online.bookchamber.ru/book/ru/>; «Российская государственная библиотека»: <https://www.rsl.ru/>; «Томская областная универсальная научная библиотека имени А.С. Пушкина»: <https://www.lib.tomsk.ru/>; «EBSCO»: <https://www.ebsco.com/>; «КиберЛенинка»: <https://cyberleninka.ru/>; «IPRbooks»: www.iprbookshop.ru, а также на сайте «Вестник ТГАСУ»: <https://vestnik.tsuab.ru>

Научное издание

ВЕСТНИК ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА № 2 – 2026
ISSN 1607-1859 (для печатной версии) ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
ПИ № ФС77-81849 от 24 сентября 2021 г.

Учредитель: ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»

Редакторы А.А. Вильт, Т.С. Володина, Е.А. Кулешова. Переводчик М.В. Воробьева. Дизайн Е.И. Кардаш.

Технический редактор Н.В. Удлер.

Подписано в печать 21.04.2026. Формат 70×108/16. Гарнитура Таймс.

Дата выхода: 28.04.2026.

Уч.-изд. л. 20,26. Усл. печ. л. 24,06. Тираж 200 экз. Заказ № 15.

Цена: свободная.

Адрес редакции/издателя: 634003, Томск, пл. Соляная, 2, тел. (3822) 65-37-61, e-mail: vestnik_tgasu@tsuab.ru

Отпечатано в ООП ТГАСУ, Томск, ул. Партизанская, 15



© Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2026

The Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

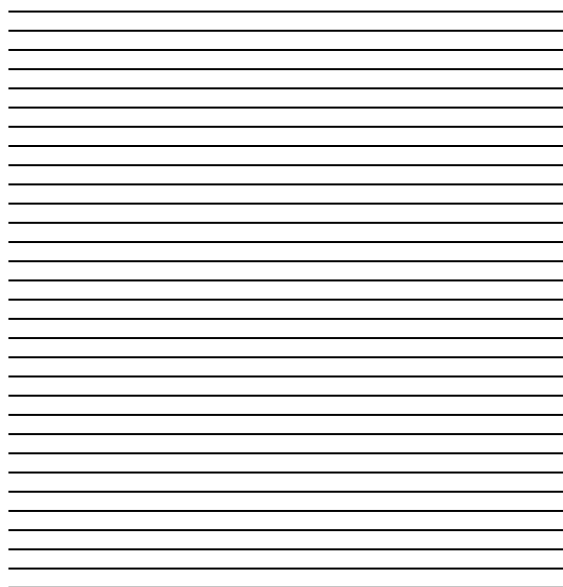
VESTNIK
TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO
ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA

JOURNAL
OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Volume 28

№ 2 2026
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Published since April 1999



EDITORIAL STAFF

Lyakhovich L.S., DSc, Professor, RAACS Academician, Structural Mechanics Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; lls@tsuab.ru
Akimov P.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS, Rector, MGSU, Moscow, Russia; pavel.akimov@gmail.com
Belostotskii A.M., DSc, Professor, RAACS Academician, Director General Research Center StaDiO, Moscow, Russia; amb@stadyo.ru
Bekker A.T., DSc, Professor, RAACS Academician, Academic Adviser, Polytechnic Institute of Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia; be-ker.at@dfju.ru
Bondarenko I.A., DSc, Professor, RAACS Academician, Director Scientific Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, Branch of the Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, Moscow, Russia; niitag@yandex.ru
Chupin V.R., DSc, Professor, Head of Urban Planning and Economy Dept., National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia; chupinvr@ex.istu.edu
Degtyarev V.V., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Hydraulic Engineering, Safety and Ecology Dept., Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia; ngasu_gts@mail.ru
Efimenko V.N., DSc, Professor, Automobile Roads Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; svefimenko_80@mail.ru
Efimenko S.V., DSc, Head of Automobile Roads Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; svefimenko@tsuab.ru
Esaulov G.V., DSc, Professor, RAACS Academician, Vice-Rector for Research of Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia; esaulovgv@raasn.ru
Galyautdinov Z.R., DSc, A/Professor, Head of Reinforced Concrete Construction Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; z.galyautdinov@tsuab.ru
Gnyrya A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Construction Engineering Technology Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; tsp_tgasu@mail.ru
Il'ichev V.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President, Moscow, Russia; ilyichev@raasn.ru
Kaprielov S.S., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Laboratory at Gvozdev Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete, Moscow, Russia; kaprielov@masterbeton-mb.ru
Kopanitsa N.O., DSc, Professor, Building Materials and Technologies, TSUAB, Tomsk, Russia; kopanitsa@mail.ru
Kudyakov A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; kudyakov@tsuab.ru
Kumpyak O.G., DSc, Professor, RAACS Adviser, Reinforced Concrete and Masonry Structures Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; kumpyak@yandex.ru
Lotov V.A., DSc, Professor, Construction Engineering Technology Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; valotov@tpu.ru
Morozov V.I., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Engineering Constructions Dept., SPSUACE, Saint-Petersburg, Russia; morozov@spbgasu.ru
Orozbekov M.O., DSc, Professor, Rector, Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic; oshsu@mail.ru
Ovsyannikov S.N., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Architecture of Civil and Industrial Buildings Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; ovssn@tsuab.ru
Polyakov E.N., DArts, Professor, Member of the Union of Architects of Russia; Theory and History of Architecture Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; polyakov-en@ya.ru
Radchenko A.V., DSc, Professor, Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS, Tomsk, Russia; andrey@ispms.tsc.ru
Skolubovich Yu.L., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Rector, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia; sjl1964@mail.ru
Sitnikova E.V., DArts, A/Professor, Restoration and Renovation of Architectural Heritage Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; eleni@vtomske.ru
Shubenkov M.V., DArts, Professor, Head of Urban Planning Dept., Moscow Architectural Institute (State Academy), RAACS Vice President, Moscow, Russia; shubenkov@gmail.com
Shubin I.L., DSc, RAACS Corresponding Member, Director Structural Physics Research Institute, RAACS, Moscow, Russia; niisf@niisf.ru
Teltaev B.B., DSc, Professor, Academician, National Academy of Engineering of Kazakhstan and International Academy of Transport, Almaty, Kazakhstan; bagdatbr@yahoo.com
Travush V.I., DSc, Professor, RAACS Vice President, RAACS Academician, Moscow, Russia; travush@mail.ru
Tsantilis L., A/Professor, Environment, Land and Infrastructure Engineering Dept., Polytechnic University of Turin, Turin, Italy; luca.tsantilis@polito.it
Tsvetkov N.A., DSc, Professor, Head of Heat and Gas Supply Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; nac.tsuab@yandex.ru
Volokitin G.G., DSc, Professor, Head of Applied Mechanics and Materials Science Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; vgg-tomsk@mail.ru
Volokitin O.G., DSc, Professor, RAACS Adviser, Vice-Rector for Research, TSUAB, Tomsk, Russia; study@tsuab.ru
Zaichenko N.M., DSc, Professor, Rector, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Russia; mailbox@donnasa.ru

INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS

Journal «Journal of Construction and Architecture» is included in the list of the peer reviewed scientific journals and editions published in the Russian Federation. The main results of PhD and DSc theses obtained in construction and architectural field studies should be published in this journal. The journal was approved by the decision of the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Science and Higher Education.

Decision of the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia,
17 June, 2011

The electronic version of the journal is available at www.elibrary.ru; <https://online.bookchamber.ru/book/ru/>; <https://www.rsl.ru/>; <https://www.lib.tomsk.ru/>; <https://www.ebsco.com>; <https://cyberleninka.ru>; www.iprbookshop.ru; <https://vestnik.tsuab.ru>

Scientific Edition
VESTNIK TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA
JOURNAL OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE No 2 – 2026
Print ISSN 1607-1859 Online ISSN 2310-0044

The journal is re-registered by the Federal Supervision Service for Communication, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor)
PI N FS77-81849, September 24, 2021.

Founder: Tomsk State University of Architecture and Building

Editors A.A. Vil't, T.S. Volodina, E.A. Kuleshova. Translator M.V. Vorob'eva. Design: E.I. Kardash. Technical editor N.V. Udler.
Passed for printing: 21.04.2026. Paper size: 70×108/16. Typeface: Times New Roman. Issue date: 28.04.2026.
Published sheets: 20,26. Conventional printed sheets: 24,06. Print run: 200 copies. Price: free.
Order N 15.

Editorial address: 2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003
Phone: +7 (3822) 653-761; e-mail: vestnik_tgasu@tsuab.ru
TSUAB Printing House, 15, Partizanskaya Str., Tomsk, 634003



© Tomsk State University
of Architecture and Building, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Загребин С.О., Янковская Ю.С. Закономерности развития систем расселения прибрежных арктических регионов	9
Акимова М.И., Левченко Э.И. Роль исторических театров Сибири в структуре современного городского пространства	24
Комиссаров А.В. Защита от угроз БПЛА и методы улучшения внешнего вида двойных и трансформируемых защитных фасадов	42
Смолина О.О., Николаева А.В. Анализ пространственного развития Новосибирской агломерации: уровень урбанизации и его влияние на социально-экономические процессы	57
Вольнец Е.И. Формирование планировочной структуры сельских поселений Тобольской губернии в XIX – начале XX века	72
Токарев А.Е. Производственно-жилой модуль временного пребывания для Арктики. Актуальные проблемы и перспективные решения	87
Титова В.А., Сулова О.Ю. Архитектура как медиатор: пирамида Тираны в диалоге между поколениями	105
Букин О.Н., Ситникова Е.В. Дом в селе Кунара как пример типичного жилого дома горного Урала первой половины XVIII века	114
Гудкова Т.В., Росс Е.А. Ключевые концепты проектирования минималистичной архитектуры	124
Герасименко И.С. Система формообразующих факторов традиционной архитектуры Северной Осетии: исторический генезис и современные вызовы.....	135
Полянцева Е.Р. Безопасность жилых зданий при атаках БПЛА	149
Колупаева К.И., Литвинова О.Г. От шахтерских поселков к полицентрическому городу: проектные подходы Гипрогора в городе Киселевске.....	161
Свешникова О.Б. Об архитектуре общественных зданий Новосибирска в общекультурном контексте середины 1950-х – конца 1980-х годов.....	177
Пестрикова К.А., Сафронова Т.В., Романова Л.С. Комплексный подход к благоустройству территории православного храмового ансамбля на примере комплекса Троицкой церкви в городе Томске	190

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Подшивалов И.И., Юшубе С.В., Тарасов А.А. Оценка устойчивости прогрессирующему обрушению металлического каркаса производственного корпуса.....	212
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Самарин Д.Г., Устюжанин В.Л. Способ изготовления буронабивных свай при помощи пневмовзрывов	226
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Афанасьев Д.А., Рубанов А.В., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Султонов Б.Д. Повышение прочности цементного камня путем физико-химической активации исходного цемента и жидкости затворения	234
Горкольцева Д.С., Копаница Н.О., Кудяков А.И. Оценка влияния добавки антипирена на структуру и состав теплоизоляционного торфOVERМИКУЛИТОВОГО материала	243

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Картопольцев В.М. Совершенствование спектрального анализа свободных колебаний несущих балок металлических пролетных строений мостов	256
Елизаров А.С., Павликов А.Б., Каменчуков А.В., Пиотрович А.А. Тоннельная крепь в форме Z-образных сегментов	268

C O N T E N T S

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Zagrebin S.O., Yankovskaya Yu.S. Development Patterns of Settlement Systems in Coastal Arctic Regions	9
Akimova M.I., Levchenko E.I. The Role of Historical Architecture of Siberian Theaters in Modern Urban Environment	24
Komissarov A.V. Protection Against UAV Threats and Methods for Improving the Appearance of Double and Transformable Protective Facades	42
Smolina O.O., Nikolaeva A.V. Spatial Development of Novosibirsk Agglomeration: Urbanization and its Impact on Socio-Economic Processes	57
Volynets E.I. Formation of Rural Settlements in Tobolsk Province in the 19th and Early 20th Centuries	72
Tokarev A.E. Temporary Industrial and Residential Module in the Arctic. Relevant Problems and Promising Solutions	87
Titova V.A., Suslova O.Yu. Architecture as a Mediator: The Pyramid of Tirana in a Dialogue between Generations	105
Bukin O.N., Sitnikova E.V. A House in Kunara Village as a Typical Residential Building in the Mountainous Urals Early in the 18th Century	114
Gudkova T.V., Ross E.A. Key Concepts of Minimalistic Architectural Design	124
Gerasimenko I.S. The System of Formative Factors of North Ossetia Traditional Architecture: Historical Genesis and Modern Challenges	135
Polyantseva E.R. Architectural Protection of Buildings from UAV Attacks	149
Kolupaeva K.I., Litvinova O.G. From Mining Communities to Polycentric City: Project Approaches of Giprogor Institute in Kiselevsk	161
Sveshnikova O.B. Architecture of Public Buildings in Novosibirsk in the Culture of the Mid-1950s and Late 1980s.	177
Pestrikova, K.A., Safronova, T.V., Romanova, L.S. Comprehensive Approach to Urban Landscaping of Orthodox Church Ensemble of the Trinity Church in Tomsk	190

BUILDING AND CONSTRUCTION

Podshivalov I.I., Yushchube S.V., Tarasov A.A. Evaluation of Progressive Collapse Resistance of Steel Frame of Industrial Building	212
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

BASES, FOUNDATIONS AND SUBSTRUCTURES

Samarin D.G., Ustyuzhanin V.L. Manufacture of Bored Piles using Pneumatic Pulse Technique.....	226
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

Afnas'ev D.A., Rubanov A.V., Gorlenko N.P., Sarkisov Yu.S., Sultonov B.D. Strength Improvement of Hydrated Cement by Physicochemical Activation of Initial Cement and Mixing Water.....	234
Gorkol'tseva D.S., Kopanitsa N.O., Kudyakov A.I. Influence of Fire Retardant on Structure and Composition of Peat-Vermiculite Heat Insulating Material.	243

ENGINEERING AND CONSTRUCTION OF ROADS, SUBWAYS, AIRDROMES, BRIDGES AND TUNNELS

Kartopol'tsev V.M. Improvement of Spectral Analysis of Free Oscillations of Load-Bearing Beams of Metal Bridge Spans	256
Elizarov A.S., Pavlikov A.B., Kamenchukov A.V., Piotrovich A.A. Tunnel Lining in the Form of Z-Shaped Segments	268

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 9–23.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 9–23.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.01/.09

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-9-23>

EDN: ANWDCF

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Савелий Олегович Загребин, Юлия Сергеевна Янковская

Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Актуальность. Прибрежные арктические регионы приобретают возрастающее стратегическое значение в условиях изменения климата, трансформации глобальных логистических связей и роста роли Северного морского пути. Системы расселения в Арктике формируются под воздействием природных ограничений, транспортной доступности и экономической специализации, что обуславливает необходимость выявления закономерностей их пространственного развития в сравнительном контексте.

Целью исследования является выявление общих и специфических закономерностей пространственного развития систем расселения прибрежных арктических регионов на примере Мурманской области, Северной Норвегии и Аляски.

Методы. Исследование основано на историко-географическом и сравнительно-географическом анализе, статистической обработке демографических и пространственных данных, а также картографическом моделировании. Эмпирическую базу составляют официальные статистические и картографические материалы России, Норвегии и США.

Установлено, что при сходных природно-климатических условиях регионы демонстрируют различные модели расселения: устойчиво-линейную (Северная Норвегия), узловую фрагментированную (Аляска) и смешанную прибрежно-континентальную (Мурманская область). Ключевым фактором пространственной организации выступает транспортная инфраструктура, определяющая концентрацию функций в крупнейших узлах и устойчивость малых поселений.

Результаты. Выявлены универсальные закономерности развития прибрежных арктических систем расселения: прибрежная ориентация, территориальная избирательность освоения, линейно-узловая структура и высокая зависимость от ограниченного числа транспортных коридоров. Полученные результаты могут быть использованы в практике пространственного планирования арктических территорий.

Ключевые слова: Арктика, прибрежные территории, системы расселения, пространственное развитие, транспортная инфраструктура, городская устойчивость, Мурманская область, Северная Норвегия, Аляска

Для цитирования: Загребин, С.О., Янковская, Ю.С. Закономерности развития систем расселения прибрежных арктических регионов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 9–23. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-9-23>. EDN: ANWDCF

ORIGINAL ARTICLE

DEVELOPMENT PATTERNS OF SETTLEMENT SYSTEMS IN COASTAL ARCTIC REGIONS

Saveliy O. Zagrebin, Yulia S. Yankovskaya

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. Coastal Arctic regions have gained increasing strategic importance due to climatic changes, transformation of global logistics, and the growing role of the Northern Sea Route. The formation of Arctic settlement systems is restricted by natural conditions, transport accessibility, and economic specialization, which makes it necessary to identify their spatial development in a comparative context.

Purpose: The purpose of the study is to identify general and specific patterns of the spatial development of settlement systems in coastal Arctic regions, namely in the Murmansk region, Northern Norway, and Alaska.

Methodology: The historical-geographical and comparative geographical analyses, statistical processing of demographic and spatial data, and cartographic modeling. The empirical basis includes statistical and cartographic documents from Russia, Norway, and the United States.

Research findings: It is shown that, despite similar natural and climatic conditions, the regions demonstrate different settlement models: a stable linear model in Northern Norway, a fragmented nodal model in Alaska, and a mixed coastal-continental model in the Murmansk region. The transport infrastructure plays the key role in the spatial framework and settlement stable development.

Research implications: Research findings can be used in spatial planning of Arctic regions.

Value: The development patterns are identified for coastal Arctic settlements, including the coastal orientation, selective territorial development, a nodal-linear spatial structure, and strong dependence on a limited number of transport corridors.

Keywords: Arctic, coastal region, settlement system, transport infrastructure, urban development, Murmansk Oblast, Northern Norway, Alaska

For citation: Zagrebin, S.O., Yankovskaya, Yu.S. Development Patterns of Settlement Systems in Coastal Arctic Regions. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 9–23. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-9-23>. EDN: ANWDCF

Введение

Прибрежные арктические регионы в последние десятилетия приобретают особое стратегическое значение. Изменение климата, рост значимости Северного морского пути и изменение структуры глобальных экономических и логистических связей усиливают роль арктических территорий как опорных зон национального и международного развития. В этих условиях системы расселе-

ния формируются под влиянием совокупности природных ограничений, экономических интересов и инфраструктурных возможностей, а их пространственная конфигурация становится маркером готовности регионов к новым вызовам.

Несмотря на схожие природно-климатические условия, прибрежные арктические регионы демонстрируют существенно различающиеся модели расселения. Одни из них характеризуются устойчивой линейной структурой, в других преобладают точечные и слабосвязанные узлы, третьи формируют смешанные каркасы, сочетающие прибрежные и континентальные центры. Однако причины этих различий и логика их формирования в сравнительном контексте до сих пор изучены недостаточно. Большинство исследований фокусируется на отдельных регионах Арктики, что ограничивает возможность обобщений и сопоставлений в дальнейших исследованиях [1, 2].

Научная проблема заключается в недостаточности исследовательского материала, касающегося системного сравнительного анализа пространственного развития систем расселения прибрежных арктических регионов. В схожих условиях данные территории демонстрируют различные уровни концентрации населения, степени транспортной связности и типы пространственных каркасов. Это указывает на необходимость выявления универсальных закономерностей и специфических факторов, определяющих развитие таких систем.

Цель исследования – определить общие и специфические закономерности пространственного развития систем расселения прибрежных арктических регионов на примере Аляски, Северной Норвегии и Мурманской области России.

Для достижения цели исследования ставятся следующие задачи:

- проанализировать историко-географические предпосылки формирования систем расселения;
- охарактеризовать современное состояние демографической структуры, пространственной конфигурации и транспортной связности;
- осуществить сравнительный анализ моделей пространственной организации расселения;

Гипотеза заключается в том, что при всей разнице в национальных стратегиях и механизмах регулирования пространственного развития регионов системы расселения прибрежных арктических территорий развиваются по сходным пространственным принципам: концентрации в узловых городских центрах, формированию линейных структур вдоль побережья или транспортных осей, территориальной избирательности освоения и высокой зависимости от транспортной инфраструктуры.

Научная новизна исследования выражается в комплексном сопоставлении трех арктических регионов, принадлежащих различным странам и обладающих контрастными экономическими и инфраструктурными моделями. Проводится системный сравнительный анализ демографических, пространственных и транспортных характеристик систем расселения Аляски, Северной Норвегии и Кольского полуострова, что позволяет выявить закономерности их развития и факторы устойчивости.

Методологическая основа исследования включает историко-географический анализ, сравнительно-географический подход, методы статистической обработки пространственных данных и картографическое моделирование. Эмпи-

рическая база сформирована на основе официальных статистических и картографических источников США, Норвегии и России.

Выбор территорий для анализа основывался на критериях сопоставимости их пространственных структур. Во-первых, рассматривались только прибрежные арктические регионы, не являющиеся полностью изолированными или островными системами, поскольку такие территории формируют особые модели расселения. Во-вторых, в выборку включены лишь регионы, имеющие прямой выход в Мировой океан без прохождения через замкнутые морские акватории. В-третьих, учитывалась круглогодичная морская доступность, что исключало территории, для которых навигация возможна только при участии ледокольного флота. Эти ограничения позволили отобрать Мурманскую область, Северную Норвегию и Аляску как сопоставимые примеры прибрежных арктических систем расселения.

Исследование проводится поэтапно: сначала анализируется историческая эволюция расселения в каждом регионе, затем – актуальные демографические и пространственные параметры, после чего проводится сравнительный анализ, направленный на выявление универсальных закономерностей пространственного развития.

Теоретические основы исследования систем расселения в прибрежной Арктике

Теоретическая база исследования опирается на понимание систем расселения как пространственного каркаса населенных пунктов и транспортных коридоров между ними, функционирование которых определяется сочетанием социально-экономических связей, инфраструктурных возможностей и условий внешней среды. В арктических регионах эти структуры формируются в условиях ограниченной доступности, высокой стоимости строительства и доминирующего значения прибрежных транспортных узлов, что отличает их от моделей, характерных для умеренных широт [2, 3].

Для прибрежной Арктики также характерно преобладание узловых центров – портовых, административных и промышленных городов, которые концентрируют основные функции и формируют пространственный каркас расселения. Между такими центрами сохраняются значительные разрывы, а развитие межузлового пространства ограничено как природными факторами, так и институциональной логикой распределения инвестиций [4].

Прибрежный фактор определяет пространственную ориентацию крупных городов, обеспечивающих доступ к межрегиональным транспортным потокам, ресурсной базе и логистической инфраструктуре [5]. Портовые центры – Мурманск, Тромсе, Анкоридж – служат ядрами соответствующих региональных систем. Вместе с тем пространственная структура может смещаться вглубь территории при наличии устойчивых внутренних индустриальных узлов, как это наблюдается на Кольском полуострове, где важную роль играет транспортный коридор Е105. Крупные узлы аккумулируют ресурсы, инфраструктуру и занятость, тогда как периферийные поселения характеризуются ограниченной функциональностью и высокой уязвимостью. Масштаб различий зависит от уровня транспортной обеспеченности и характера государственной поддержки.

Определяющее значение имеет транспортная инфраструктура: конфигурация морских, воздушных и наземных связей задает фактические границы расселения и определяет устойчивость функционирования узлов. В условиях низкой плотности населения транспортная система становится не только механизмом мобильности, но и базовым условием существования населенных пунктов [1].

В итоге арктические системы расселения могут рассматриваться как результат взаимодействия трех ключевых факторов – функционально-экономической специализации, конфигурации транспортных связей и степени интеграции узлов [2, 6, 7]. Эта теоретическая рамка служит основой для сопоставления исследуемых регионов и выявления их общих черт и различий. Возможность морского и воздушного сообщения, наличие наземных коридоров и степень их надежности определяют реальные границы расселения и характер связей между его элементами. В условиях низкой плотности населения транспортная система определяет не только мобильность, но и саму жизнеспособность населенных пунктов [2].

Историческое развитие систем расселения

Несмотря на существенные различия между Аляской, Северной Норвегией и Кольским полуостровом, эволюция формирования каркаса расселения в этих регионах демонстрирует общие закономерности, связанные с ролью побережья, значением транспортных узлов и влиянием ресурсно-промышленных циклов (рис. 1).

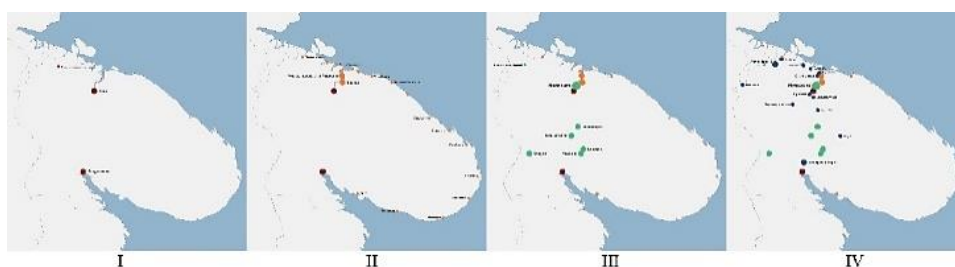


Рис. 1. Этапы исторического развития системы расселения территории Мурманской области: I – этап развития до XIX в.; II – XIX в.; III – первая пол. XX в.; IV – вторая пол. XX в.
Fig. 1. Stages of historical development of the settlement system of the Murmansk region: I – till the 19th century; II – 19th century; III – first half of the 20th century; IV – second half of the 20th century

Мурманская область

Доиндустриальный период (до XIX в.) характеризовался крайне разреженным расселением. Постоянные населенные пункты ограничивались Кандалакшей, Колой и Печенгским монастырем, тогда как остальная прибрежная зона представляла собой сеть сезонных поморских баз. Из-за неблагоприятных климатических условий и отсутствия удобных гаваней прибрежное расселение не формировало устойчивой структуры.

Период XIX – начала XX в. ознаменовался появлением первых устойчивых прибрежных поселений, связанных с развитием рыболовства и морского

промысла. Несмотря на относительное укрепление прибрежной цепочки, внутренняя территория оставалась практически необжитой. Осознание стратегической роли региона и строительство порта Мурманск стали отправной точкой перехода к новой модели расселения.

Индустриальный этап 1917–1945 гг. привел к формированию внутренних промышленных баз. Освоение крупных месторождений инициировало создание городов Апатиты, Кировска, Мончегорска и Оленегорска, что сместило ядро развития вглубь полуострова. Одновременно транспортный коридор Кандакша – Мурманск сформировал основную линейную ось расселения. В этот период сформировался устойчивый линейно-узловой каркас, задавший основу для пространственной конфигурации системы расселения региона [8].

Послевоенный период (1945–1991 гг.) закрепил современную конфигурацию. Усиление военно-морской функции региона привело к формированию вдоль Кольского залива кластера ЗАТО, а индустриальные центры внутреннего пояса продолжили развиваться. К концу советского периода система расселения приобрела двухъядерную структуру – портово-военную на севере и индустриальную на юге, которая сохраняет основные черты до настоящего времени.

Тромс-ог-Финнмарк

Историческая эволюция расселения Северной Норвегии определялась морской ориентацией и благоприятными природными условиями побережья (рис. 2). Благодаря мягкому приокеаническому климату и наличию рыболовных ресурсов прибрежные поселения сформировались здесь значительно раньше, чем на Кольском полуострове, и уже в средневековый период образовывали непрерывную цепь вдоль побережья. Эта структура стала основой будущей линейной системы расселения.

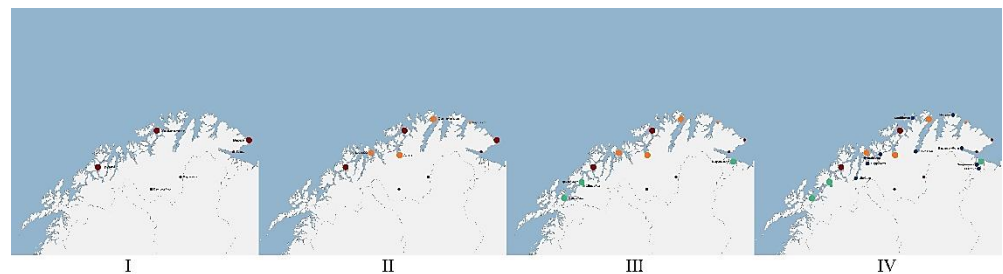


Рис. 2. Этапы исторического развития системы расселения территории Тромс-ог-Финнмарк: I – этап развития до XIX в.; II – XIX в.; III – первая пол. XX в.; IV – вторая пол. XX в.

Fig. 2. Stages of historical development of the settlement system in the Troms og Finnmark territory: I – till the 19th century; II – 19th century; III – first half of the 20th century; IV – second half of the 20th century

В XIX в. развитие рыболовства, торговли и модернизация экономики привели к росту прибрежных городов. Тромсе и Алта стали ведущими портовыми центрами, выполнявшими административные и логистические функции.

Их рост был связан не непосредственно с добывающей промышленностью, а с морским промыслом и транзитно-торговыми операциями.

В начале XX в. государственная политика усилила поддержку северных регионов. Развитие дорожной, портовой и воздушной инфраструктуры укрепило связанность прибрежных поселений и закрепило их узловую роль в региональной системе. Постепенное расширение функций городов – административных, научных, образовательных – способствовало их формированию в роли многофункциональных центров.

После Второй мировой войны комплексные государственные программы восстановления и поддержки Севера заложили основу долгосрочной устойчивости региона. Модернизация портов, флота, социальной инфраструктуры и жилищного фонда обеспечила сохранение даже малых поселений, что выгодно отличает норвежскую модель от российских и американских примеров [2].

К концу XX в. система расселения Северной Норвегии окончательно оформилась как непрерывная прибрежная сеть городов и поселков, ориентированных на морскую экономику и опирающихся на развитую транспортную инфраструктуру. Линейная организация, высокая степень государственной поддерживаемой устойчивости и концентрация функций в прибрежной зоне определили ее современный характер.

Аляска

Пространственная основа системы расселения Аляски формировалась вокруг прибрежных и речных узлов, где коренные народы создавали изолированные поселения, ориентированные на промысловые зоны и защищенные бухты (рис. 3). Внутренние территории оставались малодоступными, что предопределило очаговый характер расселения.

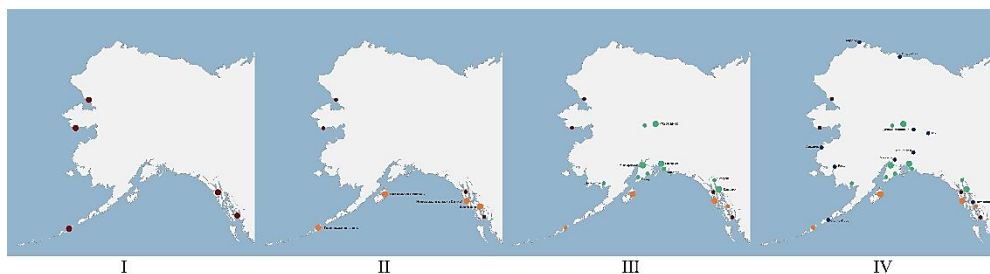


Рис. 3. Этапы исторического развития системы расселения территории Аляски:

I – этап развития до XIX в.; II – XIX в.; III – первая пол. XX в.; IV – вторая пол. XX в.

Fig. 3. Stages of historical development of the settlement system in Alaska:

I – till 19th century; II – 19th century; III – first half of the 20th century; IV – second half of the 20th century

Первые элементы градостроительной структуры появились в XVIII–XIX вв. с основанием русских факторий и торговых поселений США. Эти пункты формировали простые регулярные планировочные ядра, но не вели к созданию единой сети: урбанизация оставалась прибрежной и точечной.

Существенные преобразования произошли в период «золотых лихорадок». Города Ном, Сьюард и Валдиз получили регулярную квартальную планировку и базовую инфраструктуру, став ключевыми логистическими узлами. Именно тогда закрепились эта модель расселения: вместо протяженных линейных структур возникла сеть отдельных портовых центров, обслуживающих добычу и транзит ресурсов [9].

Во второй половине XX в. градостроительное развитие определялось освоением нефтегазовых месторождений. Анкоридж стал главным центром урбанизации, сформировав многофункциональное городское ядро и развитую транспортную инфраструктуру. Фэрбанк сыграл роль второго опорного узла, ориентированного на магистральное движение и авиационную логистику [8].

Ключевой особенностью остается отсутствие единой наземной транспортной оси. Значительная часть поселений сохранила изолированный характер и связана преимущественно воздушным транспортом, что сформировало специфическую арктическую модель – сеть разреженных, но функционально значимых узлов, интегрированных через авиацию и портовую инфраструктуру. Такая конфигурация определила устойчивую структуру расселения, отличающую Аляску от других прибрежных арктических регионов.

Историческое развитие систем расселения исследуемых территорий демонстрирует как схожие исходные условия освоения прибрежной Арктики, так и выраженную дивергенцию последующих траекторий развития. На ранних этапах во всех трех регионах расселение формировалось преимущественно вдоль побережья и было связано с морским ресурсным хозяйством. Побережье предоставляло единственные доступные транспортные коридоры, устойчивую базу промыслов и точки входа внешних хозяйственных связей, что делало именно прибрежную зону исходным каркасом освоения.

Северная Норвегия развивалась в условиях благоприятной окружающей среды и наличия защищенных фьордов, что позволило сформировать стабильную сеть прибрежных поселений задолго до индустриальной эпохи. Аляска, напротив, прошла путь более позднего и эпизодического освоения, где волны золотых лихорадок и ресурсных проектов формировали разрозненные узлы расселения, не связанные между собой линейной инфраструктурой. Мурманская область, в отличие от обоих регионов, в XX в. сместила фокус расселения с побережья на внутренние индустриальные районы, что придало ее системе смешанный прибрежно-континентальный характер [2].

Несмотря на различия, исторические модели трех регионов обладают несколькими фундаментальными общими чертами. Во-первых, во всех случаях первичное ядро расселения формировалось на побережье как пространственно наиболее доступной и ресурсно-обеспеченной зоне. Во-вторых, последующее развитие в каждом регионе было связано с точечными импульсами экономического роста – будь то рыболовство, добыча ресурсов или военно-стратегические задачи. Эти импульсы вели к появлению центров, которые становились ядрами локальных систем расселения. В-третьих, все три региона развивались в условиях жестких природных ограничений, что приводило к формированию преимущественно узловых и фрагментированных пространственных структур, а не к равномерному заполнению территории. Наконец, во всех случаях фор-

мирование устойчивой системы расселения стало возможным только при появлении инфраструктурных коридоров, морских, наземных или воздушных, которые связывали отдельные узлы между собой и обеспечивали их интеграцию в более широкое экономическое пространство.

Современное состояние

Мурманская область

Современная система расселения Мурманской области формируется на основе двух ключевых элементов: прибрежного военно-портового кластера и внутреннего индустриального пояса, связанных транспортным коридором Кандалакша – Мурманск. Центральное положение занимает Мурманская агломерация, включающая Мурманск, Североморск и Колу. Мурманск выполняет функции крупнейшего незамерзающего порта России в Арктике, тогда как Североморск и цепь прибрежных ЗАТО формируют специализированный военно-морской пояс вдоль Кольского залива.

Внутренний промышленный пояс представлен Апатитами, Кировском, Мончегорском и Оленегорском – городами, сформированными вокруг горнодобывающих предприятий. Их пространственная логика определяется привязкой к магистрали Е105 и железной дороге, обеспечивающим связь индустриальных центров с портовым узлом. Кандалакша выполняет роль южного транспортного хаба [3].

В приграничной зоне выделяются Никель и Заполярный, образующие совместно с норвежским Киркенесом устойчивый трансграничный узел. Оба города имеют компактную планировочную структуру и долгое время поддерживали трансграничные экономические и социальные связи, что делает их нетипичными для внутреннего арктического пространства.

В целом система расселения региона сохраняет линейно-узловой характер, концентрируясь вдоль побережья Кольского залива и оси Е105, тогда как большая часть территории остается малозаселенной.

Северная Норвегия

Система расселения Северной Норвегии (Тромс-ог-Финнмарк) представляет собой устойчивую прибрежную сеть городов и поселков, выстроенных вдоль фьордов. Пространственная структура полностью ориентирована на морское побережье, что отражает историческую специализацию на морских промыслах и благоприятные природные условия. В отличие от Мурманской области, внутренние территории региона практически не имеют городских центров.

Тромсе выполняет функции главного административного, научного и логистического узла. Его многоядерная структура, распределенная между островами и прибрежными долинами, обеспечивает высокую интеграцию городской территории. Хаммерфест, Хоннингсвог, Варде и другие прибрежные центры служат опорными рыболовными и портовыми узлами, поддерживая устойчивость расселения в периферийных частях региона.

Транспортная система региона основана на сочетании автомобильных дорог, регулярных морских маршрутов и развитой сети местных аэропортов. Это обеспечивает редкое для Арктики сочетание высокой пространственной

связанности и устойчивости малых поселений. Система расселения остается компактной и целостной, опираясь на побережье как основной структурообразующий элемент.

Аляска

Современная система расселения Аляски имеет выраженный узловый и фрагментированный характер. В отличие от Северной Норвегии и Мурманской области, здесь отсутствует единый наземный транспортный каркас, а большинство населенных пунктов функционируют как относительно изолированные узлы.

Анкоридж выступает крупнейшим центром и ядром региональной системы, сочетая административные, сервисные и транспортные функции. Его развитие основано на североамериканской сеточной планировке и высокой роли автомобильного и воздушного транспорта. Фэрбанк формирует второй опорный центр, связанный с ресурсными проектами и магистралью Транс-Аляскинского трубопровода.

Побережье дополняется важными портовыми узлами – Сьюардом, Валдизом и Номом, обслуживающими ключевые логистические направления. Они поддерживают морскую инфраструктуру, но не формируют непрерывной прибрежной линии расселения.

Большинство малых поселений остаются изолированными и связаны между собой преимущественно авиацией. Сеть местных аэропортов фактически выполняет роль пространственного каркаса, компенсируя слабость наземной инфраструктуры. В итоге система расселения Аляски представляет собой набор разреженных, но функционально важных узлов, интегрированных через воздушные и портовые маршруты.

Сравнительный анализ

Сравнение пространственных моделей Мурманской области, Северной Норвегии и Аляски показывает, что при сходных климатических условиях арктического побережья их системы расселения формировались по существенно различным траекториям (рис. 4). Эти различия проявляются в степени пространственной связанности, распределении функций между узлами и показателях городской устойчивости, в том числе в плотности населения, доступности базовых услуг и соотношении рабочих мест и жилья.

Северная Норвегия демонстрирует наиболее устойчивую и интегрированную линейную модель расселения. Прибрежные города региона характеризуются высокими значениями доступности базовых услуг – от 58,1 % в Алта до 96,9 % в Тромсе и сбалансированным показателем jobs-housing ratio (1.31–1.32). Плотность населения колеблется от 333 чел/км² (Алта) до 1678 чел/км² (Тромсе), что отражает устойчивую прибрежную концентрацию. Транспортная система опирается на сочетание автомобильных дорог, морских маршрутов и развитой сети аэропортов, обеспечивая высокую внутрирегиональную связанность и функциональную устойчивость даже малых поселений.

Аляска, в свою очередь, сформировалась как узловая и более пространственно-фрагментированная модель, в которой основные центры выступают

изолированными полюсами развития, а междугородняя связанность обеспечивается преимущественно авиацией. Анкоридж имеет плотность населения 955 чел/км², доступность услуг – 41,7 % и показатель jobs-housing ratio – 1.34; Фэрбанкс: плотность – 384 чел/км², доступность – 65,2 %, jobs-housing ratio – 1.18. Эти данные отражают контрастность городской структуры и ограниченную возможность междугородней интеграции. Слабая наземная транспортная сеть и отсутствие единой магистральной оси формируют «архипелаговую» конфигурацию расселения, в которой устойчивость зависит от автономности крупных узлов и развитости воздушных коммуникаций [10].

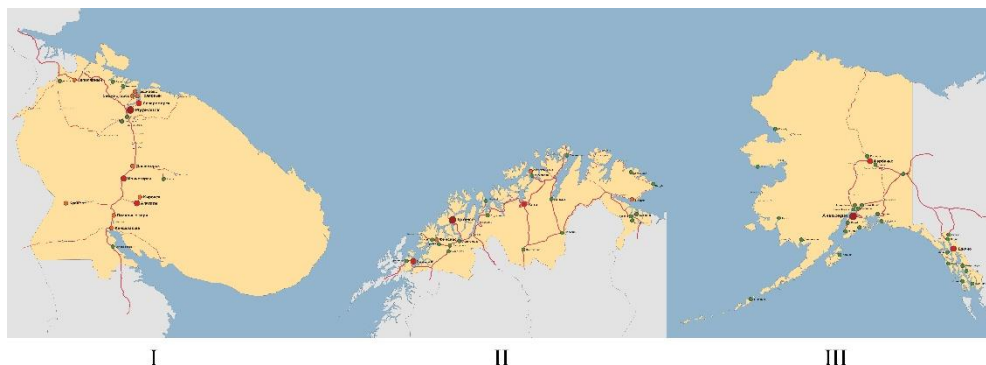


Рис. 4. Современная пространственная конфигурация систем расселения:

I – Мурманская область; II – Тромс-ог-Финнмарк; III – Аляска

Fig. 4. Contemporary spatial configuration of settlement systems:

I – Murmansk region; II – Troms og Finnmark; III – Alaska

Мурманская область представляет смешанную прибрежно-континентальную модель с выраженной неоднородностью. Индустриальные города внутреннего пояса (Апатиты, Мончегорск, Кировск) демонстрируют высокую плотность населения (1446–2029 чел/км²), но низкие значения jobs-housing ratio (0.51–0.71) и ограниченную доступность базовых услуг (51,5–78,6 %). Никель имеет плотность 3124 чел/км², jobs-housing ratio – 0,63, доступность – 76,2 %. Эти характеристики указывают на функциональную несбалансированность и зависимость от отдельных промышленных предприятий. Портовые и военноморские центры на побережье образуют отдельный пояс, тогда как связь внутреннего и прибрежного кластеров обеспечивается единственной магистралью Кандалакша – Мурманск [Там же].

Сопоставление трех регионов выявляет различия в транспортной конфигурации и уровне устойчивости городской среды. Северная Норвегия имеет наиболее интегрированную систему благодаря сочетанию морского, автомобильного и воздушного транспорта; Аляска – наиболее фрагментированную, опирающуюся на авиацию; Мурманская область – наиболее зависимую от единственного наземного коридора, что усиливает пространственную неоднородность. Показатели городской устойчивости отражают ту же логику: норвежские города обладают наиболее высокими значениями доступности и сбалансированности, североамериканские – умеренными, российские – низкими [11].

Несмотря на различия, все три региона характеризуются рядом общих черт: узловым типом расселения, низкой освоенностью межузловых пространств, зависимостью от ограниченного набора транспортных коридоров и чувствительностью городской устойчивости к качеству транспортной доступности. Эти особенности формируют устойчивую логическую рамку развития прибрежных арктических систем расселения и определяют стратегические приоритеты пространственного планирования.

Сравнение трех регионов позволяет выделить ряд устойчивых закономерностей, определяющих пространственное развитие прибрежной Арктики вне зависимости от различий в экономических моделях и институциональной среде. Эти закономерности формируются на пересечении природных ограничений, функциональной специализации и транспортной доступности и воспроизводятся на протяжении длительных периодов.

Первая закономерность заключается в исторической приуроченности начальных форм расселения к побережью. Морская доступность, ресурсы и логистические возможности становились исходным каркасом развития, что обеспечивало устойчивость ранних поселений и задавало направление последующей пространственной организации. Даже при дальнейшем смещении активности вглубь территории прибрежные узлы сохраняли системообразующее значение [12].

Вторая закономерность проявляется в устойчивой концентрации населения и инфраструктуры вдоль морского фронта. Норвежские фьорды, незамерзающие бухты Кольского залива и портовые возможности Аляски формируют пространственные цепочки городов и поселков, определяя линейную ориентацию расселения. Прибрежные узлы служат ядрами экономики, транспортной логистики и административного управления [13].

Третья закономерность – территориальная избирательность освоения. Значительная часть арктических пространств остается слабозаселенной, а рост населения сосредоточивается в отдельных узлах – промышленных, портовых или транспортных. Это создает дискретную структуру расселения, характерную для всех трех регионов, хотя степень ее выраженности варьируется.

Четвертая закономерность отражает формирование линейно-узлового каркаса, объединяющего ключевые центры через ограниченное число транспортных коридоров. Прибрежные дороги и морские маршруты в Северной Норвегии, магистраль Кандалакша – Мурманск в Мурманской области и сеть авиационных линий в Аляске – разные по форме, но идентичные по функции элементы, обеспечивающие базовую связанность регионов.

Пятой закономерностью является концентрация функций в крупнейших узлах, которые аккумулируют административные, логистические и экономические роли. Тромсе, Мурманск и Анкоридж выступают стабилизирующими ядрами, влияющими на распределение населения и ресурсов и поддерживающими устойчивость региональных систем расселения.

Наконец, ключевую роль играет транспортная инфраструктура. В условиях разреженности и слабой освоенности территории именно транспорт определяет степень территориальной интеграции и возможность устойчивого существования малых поселений. Различия между регионами объясняются прежде всего конфигурацией транспортных систем – морских, наземных или авиационных.

В совокупности выявленные закономерности формируют универсальную рамку пространственного функционирования прибрежных арктических систем: доминирование узлов, дискретное освоение территории, зависимость от базовых транспортных коридоров и концентрация ключевых функций в ограниченном числе центров. Эти выводы могут служить методологической основой для разработки стратегий пространственного планирования, направленных на повышение устойчивости расселения и оптимизацию транспортной доступности в Арктике.

Заключение

Проведенное исследование показало, что при всем разнообразии исторического развития, экономической специализации и транспортных режимов системы расселения прибрежных арктических регионов обладают рядом общих фундаментальных черт, определяемых сочетанием природных ограничений и морской ориентации пространства. Их эволюция демонстрирует устойчивое воспроизводство линейно-узловых структур, прибрежную концентрацию населения и высокую зависимость от ограниченного числа транспортных коридоров, обеспечивающих минимально необходимую связанность. При этом каждую систему характеризуют собственные структурные особенности: устойчиво-линейная модель Северной Норвегии, узловая фрагментарная модель Аляски и смешанная двухъядерная структура Мурманской области.

Эти различия подчеркивают, что устойчивость арктических территорий непосредственно связана с типом пространственной организации и качеством инфраструктурной интеграции. Выявленные закономерности и сравнительный анализ трех регионов формируют теоретическую основу для разработки более эффективных стратегий пространственного планирования и управления развитием прибрежных арктических систем расселения, ориентированных на повышение их устойчивости и адаптивности к современным вызовам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Сарварова, Р.Р., Путинцев, А.Л.* Устойчивое развитие арктической зоны Российской Федерации в современных реалиях // АМИТ. 2024. № 4 (69). С. 256–265. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2024-4-256-265>
2. *Kenny, M.J.* Urban planning in the Arctic: Historic uses and the potential for a resilient urban future // Arctic Yearbook. 2017. 14 p.
3. *Orttung, R.W.* Sustaining Russia's Arctic cities: Resource Politics, Migration, and Climate Change. New York : Berghahn Books, 2018. 274 p.
4. *Чайка, Е.А.* Система опорных пунктов в расселении северных и арктических территорий России : специальность 2.1.13 «Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов» : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Чайка Елена Андреевна, 2024. 401 с.
5. *Поморов, С.Б.* Адаптация архитектурно-пространственной структуры прибрежных поселений северных территорий России к изменению климата: аналоги и приемы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 2. С. 89–101. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-2-89-101>. EDN: QRFFHR
6. *Чайка, Е.А.* Принципиальные подходы к пространственной организации северных и арктических территорий // Архитектура и современные информационные технологии. 2022. № 1 (58). С. 174–187. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2022-1-174-187>. EDN LQQAWX

7. *Благодетелева, О.М.* Теоретические поиски и практика формирования систем расселения северных территорий России // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 1 (32). С. 23–28. EDN: YJTLIX
8. *Благодетелева, О.М.* Эволюция и современные тенденции развития систем расселения в районах Севера (на примере США, Канады и России) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. № 3 (27). С. 5–25. <https://doi.org/10.15593/2409-5125/2017.03.01>. EDN: ZIAOHF
9. *Laurelle, M.* The three waves of arctic urbanization. Drivers, evolutions, prospects // *Polar Record*. 2019. V. 55. P. 1–12. <https://doi.org/10.1017/S0032247419000081>
10. *DiNapoli, B., Jull, M.* Urban planning sustainability metrics for Arctic cities // *Environment research letters*. 2020. V. 15. № 12. 16 p. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc37b>
11. *Загребин, С.О.* Специфика пространственной организации малого города Европейской Арктики // Инженерный вестник Дона. 2024. № 6 (114). С. 489–503.
12. *Мазаев, А.Г.* Оптимизация систем расселения. Екатеринбург : Альфа Принт, 2022. 333 с.
13. *Азаренкова, З.В., Седых, В.Н.* Транспортная составляющая в градостроительном развитии арктической зоны России и современное состояние инфраструктуры в Арктике // *Градостроительство*. 2019. № 5 (63). С. 24–29. EDN: BRWRD

REFERENCES

1. *Sarvarova, R.R., Putintsev, A.L.* Stable Development of the Arctic Zone of the Russian Federation in Modern Realities. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2024; 4(69): 256–265. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2024-4-256-265> (In Russian)
2. *Kenny, M.J.* Urban Planning in the Arctic: Historic uses and the Potential for a Resilient Urban Future. In: *Arctic Yearbook*, 2017. 14 p.
3. *Orttung, R.W.* Sustaining Russia's Arctic cities: Resource Politics, Migration, and Climate Change. R.W. Orttung, Ed. New York: Berghahn Books, 2018. 274 p.
4. *Chaika, E.A.* "The system of reference points in settlement of northern and arctic territories of Russia". PhD Thesis. 2024. 401 p. EDN: EBWMDJ (In Russian)
5. *Pomorov, S.B.* Adaptation of Architectural Environment of Coastal Settlements in Northern Russia to Climatic Changes: Analogs and Methods. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019; 21(2); 89–101. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-2-89-101>. EDN: QRFFHR (In Russian)
6. *Chaika, E.A.* Fundamental Approaches to Spatial Organization of Northern and Arctic Territories. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii*. 2022; 1(58): 174–187. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2022-1-174-187>. EDN: LQQAWX (In Russian)
7. *Blagodeteleva, O.M.* Theoretical Search and Practical Formation of Settlement Systems in Northern Territories of Russia. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2017; 1(32): 23–28. EDN: YJTLIX (In Russian)
8. *Blagodeteleva, O.M.* Evolution and Modern Trends in Settlement System Development in Northern Regions (Russia, USA, Canada and case studies). *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ehkologiya. Urbanistika*. 2017; 3(27): 5–25. <https://doi.org/10.15593/2409-5125/2017.03.01>. EDN: ZIAOHF (In Russian)
9. *Laurelle, M.* The Three Waves of Arctic Urbanization. Drivers, Evolutions, Prospects. *Polar Record*. 2019; 55: 1–12. <https://doi.org/10.1017/S0032247419000081>
10. *DiNapoli, B., Jull, M.* Urban Planning Sustainability Metrics for Arctic Cities. *Environment Research Letters*. 2020; 15(12): 16. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc37b>
11. *Загребин, С.О.* Spatial organization of a Small Town in the European Arctic. *Inzheneryi vestnik Dona*. 2024; 6(114): 489–503. (In Russian)
12. *Mazaev, A.G.* Optimization of Settlement Systems. Екатеринбург: Alpha Print, 2022. 333 p. (In Russian)
13. *Azarenkova, Z.V., Sedykh, V.N.* Transport Component in Urban Development of the Arctic Zone of Russia and the Current State of the Arctic Infrastructure. *Gradostroitel'stvo*. 2019; 5(63): 24–29. EDN: BRWRD (In Russian)

Сведения об авторах

Загребин Савелий Олегович, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, savva1702@gmail.com

Янковская Юлия Сергеевна, докт. архитектуры, профессор, зав. кафедрой, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4, spbgrado@spbgasu.ru

Authors Details

Saveliy O. Zagrebin, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, savva1702@gmail.com

Yulia S. Yankovskaya, DSc, Professor, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, spbgrado@spbgasu.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.12.2025
Одобрена после рецензирования 17.02.2026
Принята к публикации 17.02.2026

Submitted for publication 26.12.2025
Approved after review 17.02.2026
Accepted for publication 17.02.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 24–41.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 24–41.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.4(571.5):725.825

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-24-41>

EDN: AVKVKP

РОЛЬ ИСТОРИЧЕСКИХ ТЕАТРОВ СИБИРИ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Мария Игоревна Акимова, Эвелина Игоревна Левченко

Новосибирский государственный

архитектурно-строительный университет, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. *Актуальность.* В статье рассматривается роль архитектуры исторических театров Сибири в структуре современного городского пространства. Несмотря на их культурную и историческую значимость, степень интеграции театральных зданий в урбанистическую ткань остается недостаточно изученной в российской архитектурно-градостроительной науке.

Цель исследования – выявить особенности пространственного и визуального взаимодействия исторических театров с окружающей застройкой в условиях трансформации городской среды. В качестве объектов анализа выступают четыре театра Сибири: Новосибирский, Тюменский, Красноярский и Иркутский.

Методологическую основу работы составляет типология Магдалены Козен-Квозняк, основанная на трех типах взаимодействия театра с городом (teatr emisji, teatr recespcji, teatr interferencji), а также концепция градостроительной связности и разрыва (continuity/discontinuity) Буо-Юаня Сюя.

Результаты. В работе проанализированы архитектурно-стилевая среда, структура уличных связей, транспортная доступность и рекреационная инфраструктура. Проведен сравнительный анализ, по которому установлено, что театры демонстрируют разные модели интеграции – от активной генерации общественного пространства (НОВАТ) до выраженной изоляции, обусловленной как исторической плотной застройкой (Красноярск, Тюмень), так и современными градостроительными барьерами.

Показано, что даже при наличии классических архитектурных форм и центрального расположения театр может утрачивать функцию композиционной доминанты из-за отсутствия связности с окружающей средой. Полученные выводы подчеркивают необходимость разработки комплексных градостроительных стратегий, направленных на сохранение культурного наследия и усиление роли театров как живых элементов городской ткани.

Ключевые слова: исторический театр, градостроительная среда, архитектурная доминанта, связность, разрыв, Магдалена Козен-Квозняк, Буо-Юань Сюй, Сибирь, урбанистика

Для цитирования: Акимова, М.И., Левченко, Э.И. Роль исторических театров Сибири в структуре современного городского пространства // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 24–41. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-24-41>. EDN: AVKVKP

ORIGINAL ARTICLE

THE ROLE OF HISTORICAL ARCHITECTURE SIBERIAN THEATERS IN MODERN URBAN ENVIRONMENT

Mariya I. Akimova, Evelina I. Levchenko

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, Russia

Abstract. The article examines the role of historical architecture of Siberian theaters in the modern urban environment. Despite their cultural and historical significance, the integration of theater buildings into the urban environment remains insufficiently studied in the Russian architectural and urban planning science.

Purpose: The aim of this work is to identify the spatial and visual interaction of historical theaters with surrounding buildings in constantly changing urban environment. Theaters from four Siberian cities are analyzed: Novosibirsk, Tyumen, Krasnoyarsk, and Irkutsk.

Methodology: The methodological basis of the work is Magdalena Kozen-Kwoznyak's typology, based on three types of interaction between the theater and the city (teatr emisji, teatr recepcji, teatr interferencji), as well as Buo-Yuan Xu's concept of the urban continuity and discontinuity. In addition, analyzed are the architectural and stylistic environment, the structure of street connections, transport accessibility, and recreational infrastructure. The comparative analysis shows that theatres demonstrate different models of integration: from active generation of public space (NOVAT) to pronounced isolation caused by both historical dense development (Krasnoyarsk, Tyumen) and modern urban barriers.

Research findings: It is shown that even with classic architectural forms and a central location, a theater can lose its function as a compositional dominant due to a lack of connectivity with its surroundings.

Value: The emphasis is made for the need to develop comprehensive urban planning strategies aimed at preserving cultural heritage and strengthening the role of theaters as living elements of the urban environment.

Keywords: historical theater, urban environment, architectural landmark, connection, disconnection, Magdalena Kozen-Kwoznyak, Buo-Yuan Xu, Siberia, urban studies

For citation: Akimova, M.I., Levchenko, E.I. The Role of Historical Architecture of Siberian Theaters in Modern Urban Environment. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 24–41. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-24-41>. EDN: AVKVKP

Введение

Здания театров исторически занимают особое место в структуре городской среды. Они нередко становятся визуальными и композиционными доминантами, формируя ансамбли центральных площадей и магистралей. Их масштаб, архитектурно-художественное решение фасадов и пространственное положение оказывают значительное влияние на организацию окружающей застройки, задавая тон архитектурной среде целого района. Помимо архитектурной функции, театр выступает важнейшим элементом культурной инфраструктуры города. Будучи местом проведения спектаклей, фестивалей, просветительских и общественных мероприятий, он привлекает широкую аудиторию и способствует оживлению городского пространства. Именно это сочетание художественной, функциональной и социальной значимости делает театральные здания неотъемлемой частью городской идентичности.

Особый интерес представляет положение исторических театров в городах Сибири – региона, где развитие театральной культуры происходило в условиях поздней урбанизации и специфики культурного освоения территории. Многие из сибирских театров, возведенных в XIX – начале XX в., сохранились до наших дней и продолжают функционировать, оставаясь не только действующими культурными учреждениями, но и значимыми архитектурными памятниками. В условиях современной трансформации городской среды возникает необходимость переосмысления их роли как объекта архитектурного наследия и как активного элемента функциональной и социальной структуры города.

Несмотря на развитую зарубежную теорию архитектурно-градостроительных связей, в российской науке недостаточно исследована роль исторических театров как элементов городской среды – как с точки зрения их композиционного влияния на застройку, так и с позиции социального взаимодействия с городским сообществом. Особенно ощутим пробел в изучении сибирских театров, чья специфика формировалась в условиях периферийного, но активного культурного развития региона.

Научная новизна заключается в первом системном обобщении данных о взаимодействии архитектуры исторических театров Сибири с окружающей застройкой и в выявлении основных тенденций изменения их градостроительной роли в условиях современной урбанизированной среды.

Цель исследования: определить особенности пространственного взаимодействия исторических театров Сибири с окружающей застройкой в контексте формирования и трансформации городской среды.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие теоретические и методологические подходы к изучению взаимосвязи архитектурных объектов с городской средой;
- провести сравнительный анализ градостроительной роли исторических театров в городах Сибири и выявить факторы, определяющие характер их пространственного и визуального взаимодействия с окружающей застройкой.

Объект исследования – исторические театральные здания Сибири и прилегающая к ним застройка.

Предмет исследования – пространственные и визуальные взаимосвязи между историческими театрами и структурой городской среды.

Обсуждение и результаты

Исторические аспекты градостроительной роли театра. Исторически расположение театров как крупных общественных объектов тесно связано с центром города. Эта тенденция прослеживается уже в античную эпоху. В городах Древней Греции и Древнего Рима театры, как правило, размещались в центральных частях, становясь ключевыми элементами градостроительной композиции. В греческих полисах первые театры возникали как открытые пространства около центральной площади – агоры. С градостроительной точки зрения греки стремились размещать театры на естественных склонах холмов, что обеспечивало не только хороший обзор сцен, но и органичное вписывание здания в рельеф. Подобная конфигурация получила широкое распространение и в последующие эпохи – в том числе на территории Византии и в римских провинциях [1].

В России первое стационарное театральное здание было возведено лишь в XVII в. при дворе царя Алексея Михайловича [2]. Следовательно, древние русские города, сформировавшиеся до этого периода, не включали театр в систему своей планировочной структуры. Таким образом, театры начали оказывать влияние на градостроительную организацию городов только в те периоды и в регионах, где их строительство совпадало с этапами активной застройки. В частности, в Сибири – регионе, массовое освоение которого пришлось на XVIII–XIX вв., театры часто закладывались уже на этапе формирования центра города и, соответственно, могли выступать в роли архитектурных и композиционных доминант.

Теоретическая база исследования. Театр представляет собой не только архитектурный объект, но и многофункциональное общественное пространство, формирующее культурную идентичность территории, способствующее установлению социальных связей и накапливающее собственный исторический опыт. Однако степень и характер его взаимодействия с окружающей городской средой могут существенно варьироваться в зависимости от ряда факторов: местоположения в структуре города, типа и плотности застройки, а также историко-культурного контекста формирования ансамбля. Эти особенности требуют дифференцированного подхода при рассмотрении исторических театров сибирских городов, чья роль в структуре урбанизированной среды формировалась в условиях периферийного, но активного культурного развития Российской империи и СССР.

Польский архитектор Магдалена Козен-Квозняк в своей работе «Teatru Interferencji: Współczesna Architektura Teatralna a Nieformalna Przestrzeń Teatru» (2015 г.) рассматривает способы взаимодействия театральных зданий с окружающей застройкой и их роль в формировании структуры современного города – вопрос, рассмотренный в ряде других работ, в т. ч. отечественных ученых [3, 4].

В зависимости от характера взаимодействия театрального здания с окружающей городской средой Магдалена Козен-Квозняк выделяет три типа театров по их расположению в градостроительной ткани:

– teatr emisji (театр эмиссии) – театр, который «излучает» активность за пределы своих стен, формируя вокруг себя общественное пространство, функционально и визуально связанное с ним. Такой театр выступает как генератор урбанистической жизни, а прилегающие территории (площади, набережные, парки) становятся продолжением театрального опыта. Например, Национальный театр в Праге (архитекторы Йозеф Зитек и Йозеф Шульц, 1881 г.);

– teatr gescerji (театр рецепции) – театр, воспринимаемый преимущественно извне как автономный, замкнутый объект. Он слабо взаимодействует с окружением, не генерирует новых общественных связей и функционирует как точка назначения, а не как элемент повседневной городской ткани. Например, Сиднейский оперный театр (архитектор Йорн Утзон, завершен Питером Холлом, 1973 г.);

– teatr interferencji (театр интерференции) – театр, глубоко интегрированный в городскую ткань, где границы между внутренним и внешним пространством стираются. Архитектура театра вступает в диалог с улицей, зданиями и горожанами, а сама улица становится частью театрального действия. Козен-

Квозняк приводит в пример театр Teatro Oficina в Сан-Паулу (проект 1982 г., архитекторы: Лина Барди, Марсело Сузуки, Эдсон Элито).

Перевод с польского: «Вся улица участвует в спектакле; все и все одновременно – элементы и действующие лица искусства, которое там происходит» [3, с. 80].

Помимо типологии взаимодействия театров с городской средой, предложенной М. Козен-Квозняк, в урбанистическом анализе широко применяется концепция связности (continuity) и разрыва (discontinuity), разработанная Буо-Юанем Сюем в работе «Urban Square as a Theater: Issues of Continuity and Discontinuity in Urban Design» (1993 г.) [5]. Согласно этой концепции:

– continuity (связность) характеризуется плавным переходом между элементами городской среды: улицы естественным образом вливаются в площади, площади – в архитектурные ансамбли, а здания воспринимаются как органичное продолжение общественного пространства. Такая структура формирует единый сценарий движения и восприятия, в котором человек ощущает целостность урбанистической ткани. Например, Оперный театр в Осло (Норвегия, архитектурное бюро Snøhetta, 2008 г.);

– discontinuity (разрыв) возникает, когда визуальные, функциональные или композиционные связи между элементами городской среды нарушены. Здание воспринимается как обособленный объект, окружение «глухое», пешеходные потоки прерываются, а пространство теряет целостность. Например, Площадь мэрии в Бостоне (City Hall Plaza, США) – типичный случай discontinuity, по мнению Б.-Ю. Сюя.

Представленные классификации – типология Магдалены Козен-Квозняк и концепция Буо-Юаня Сюя – схожи по аналитической направленности: обе фокусируются на характере взаимодействия архитектурного объекта с городской тканью и позволяют оценить степень его интеграции в окружающую среду.

В настоящей работе применяется комбинированный методологический подход, основанный на анализе пространственных и визуальных отношений между зданием театра и прилегающей застройкой в контексте современной городской среды. В качестве критериев оценки рассматриваются: архитектурно-стилевое соответствие театра и окружения, структура улично-дорожной сети и наличие направленных подходов к зданию, транспортная и пешеходная доступность, наличие и качество общественных и рекреационных пространств, визуальная доминантность и восприятие театра в панораме города.

Для сравнительного анализа были отобраны четыре исторических театральных здания, расположенных на территории Сибирского федерального округа: Иркутский академический драматический театр им. Н.П. Охлопкова, Красноярский драматический театр им. А.С. Пушкина, Тюменский большой драматический театр (ТБДТ), Новосибирский государственный академический театр оперы и балета (НОВАТ).

Отбор объектов осуществлен по принципу архитектурной сопоставимости: несмотря на значительную хронологическую разницу (от середины XIX до середины XX в.), все здания в той или иной мере опираются на традиции классической архитектуры. Объединяющей чертой является использование ордерных систем, колоннад, симметричных композиций и других элементов, восхо-

дящих к канонам классицизма. При этом в архитектуре отдельных театров прослеживаются черты других стилей: эклектики и модерна – в дореволюционных зданиях (Иркутск, Красноярск), конструктивизма и традиционализма – в советских постройках 1930–40-х гг. (Новосибирск), позднесоветского модернизма – в реконструкциях 1970–80-х гг. (Тюмень).

Новосибирский государственный академический театр оперы и балета (НОВАТ). Архитекторы: Т.Я. Бардт, Б.А. Гордеев, время открытия – 1945 г. Здание НОВАТа – один из самых масштабных архитектурных проектов советского периода в Сибири. Строительство велось с 1931 по 1941 г., однако из-за начала Великой Отечественной войны театр был официально открыт лишь в 1945 г. [6, 7].

Архитектурный облик здания сформирован в стиле сталинского ампира с отдельными чертами конструктивизма, унаследованными от раннего проектного замысла. Фасады отличаются монументальностью, насыщены лепным декором, колоннадами, подчеркивающими парадный характер сооружения. Тем не менее НОВАТ стал не только крупнейшим театральным зданием Сибири, но и архитектурной доминантой центральной части Новосибирска, задав масштаб и композиционную ось будущему развитию города (рис. 1, а – в).

Согласно типологии М. Козен-Квозняк, Новосибирский театр оперы и балета (НОВАТ) может быть отнесен к типу театра эмиссии.

Подходы к театру организованы таким образом, что уличные потоки плавно сходятся к Театральному скверу, формируя четкий и многонаправленный сценарий движения. Зритель, прибывающий с разных сторон, постепенно выходит на открытое пространство площади, где его взгляд неизбежно фокусируется на главной архитектурной доминанте – монументальном здании НОВАТа. Таким образом, театр не только завершает визуальную перспективу улиц, но и оформляет главный фасад площади, задавая композиционный центр всего ансамбля (рис. 1, д).

Эта устойчивая связь между транспортно-пешеходными потоками, открытым пространством и архитектурной доминантой демонстрирует высокую степень градостроительной целостности, что в терминах Сюя соответствует принципу continuity – преемственности формы, функции и восприятия в урбанистической среде (рис. 1, д).

Окружающая застройка, расположенная вдоль линии главного фасада Новосибирского театра оперы и балета и напротив него, в целом поддерживает композиционную и стилистическую целостность ансамбля центральной части города. Здания, сформировавшиеся в разные периоды – от 1930 до 1950-х гг., представляют собой сочетание неоклассики, сталинского ампира, конструктивизма и элементов модерна, что отражает историческую эволюцию застройки Красного проспекта и прилегающих территорий (рис. 1, з, е).

Таким образом, несмотря на стилевое многообразие, застройка вокруг НОВАТа демонстрирует высокую степень градостроительной согласованности.

Однако с южной стороны ансамбля вдоль ул. Депутатской наблюдается интенсивная застройка современными офисными комплексами, выполненными в стиле международного функционализма с преобладанием стеклянных фасадов и минималистичной объемной формой. Наиболее ярким примером является бизнес-центр Citycenter (ул. Депутатская, 46), высота которого почти вдвое превышает высоту здания НОВАТа.

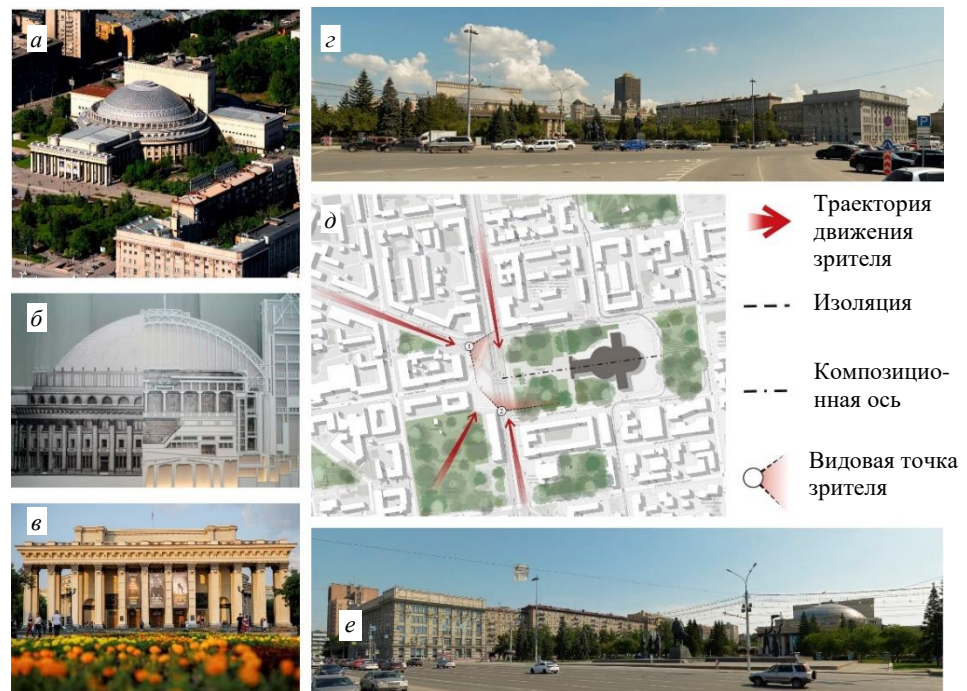


Рис. 1. Новосибирский государственный академический театр оперы и балета: а – панорама¹; б – макет²; в – главный фасад³; г – вид с точки № 1⁴; д – анализ взаимодействия театра с окружением; е – вид с точки № 2⁵

Fig. 1. Novosibirsk State Academic Opera and Ballet Theatre: а – top view; б – model; в – facade; д – general view 1; е – buildings around; ф – general view 2

Это здание существенно нарушает масштабную и стилевую гармонию исторического центра, сформировавшегося в 1930–50-е гг. Его доминирующий силуэт и контрастная цветовая палитра создают визуальную конкуренцию с театром как главной архитектурной доминантой площади Ленина.

В условиях дальнейшего развития подобной застройки и без регулирования градостроительной политики существует риск, что восприятие градостроительного ансамбля будет фрагментировано: внимание публики может сместиться в сторону новых высотных объектов, а сложившаяся система композиционных связей – ослабнуть или утратиться совсем. Это, в свою очередь, угрожает деградацией пространственной целостности территории, основанной на принципах иерархии, масштабности и стилистического единства, характерных для эпохи сталинского ампира. Более того, представляет собой пример градостроительного разрыва (discontinuity, по Буо-Юаню Сюю), который ставит под вопрос устойчивость исторически сложившейся структуры городского центра.

¹ URL: <https://geliophoto.ru/photos/novat-v-novosibirske-s-vysoty-1081934941>

² URL: <https://bsk.nios.ru/content/zvezda-i-smert-inzhenera-polygalina>

³ URL: <https://novat.ru/en/theatre/theatre/>

⁴ URL: <https://yandex.ru/maps/-/CPEz7TmU>

⁵ URL: <https://yandex.ru/maps/-/CPEzzOKQ>

Рекреационные зоны, сформировавшиеся вблизи Новосибирского театра оперы и балета, представляют собой единую, взаимосвязанную систему общественных пространств, включающую Первомайский сквер, сквер «Тринадцатый трамвай» и сквер Героев Революции. Все они расположены в пешей доступности от театра и плавно переходят друг в друга, создавая непрерывную зону отдыха, прогулок и досуга.

Особое значение имеет Театральный сквер, непосредственно примыкающий к главному фасаду НОВАТа. Эта площадка выполняет не только транспортно-распределительную, но и высокую декоративно-композиционную функцию: она визуально «приглашает» зрителя к входу в театр, подчеркивая его статус главной доминанты района. Более того, монументальные скульптуры, расположенные в точках пересечения основных визуальных и пешеходных осей, не только усиливают художественную выразительность пространства, но и закрепляют иерархическую структуру ансамбля, центром которой остается само здание театра.

Район, сформировавшийся вокруг Новосибирского театра оперы и балета, обладает высокой транспортной доступностью.

НОВАТ является ярким примером театра эмиссии, генерирующего вокруг себя активную общественную среду. Эта интеграция обусловлена высокой градостроительной связностью (*continuity*): уличные потоки плавно сходятся к Театральному скверу, рекреационные зоны (скверы, парки) образуют непрерывную систему отдыха и досуга, а окружающая застройка архитектурно обрамляет театр, не конкурируя с ним, но подчеркивая его статус. В результате НОВАТ органично вписался в структуру городской ткани, сохранив при этом роль главной архитектурной доминанты центра.

Тюменский большой драматический театр (ТБДТ). Время основания театра – 1856 г., реконструирован в 1970-х гг. (архитекторы: В.С. Новиков, Ю.А. Гришин). Тюменский большой драматический театр ведет свою историю с 1856 г., когда в городе было возведено первое деревянное театральное здание – одно из самых ранних в Сибири. Однако это здание не сохранилось: оно сгорело в начале XX в. Современное здание театра было построено в 1974 г. и по сей день остается архитектурной доминантой центральной части Тюмени.

Архитектура здания выполнена в стиле позднего советского модернизма с элементами традиционализма. Композиция фасада построена на принципах осевой симметрии и модульной ритмики, что придает сооружению монументальность и строгость. В то же время торжественность образа достигается за счет декоративного бетонного рельефа «Музы» над главным входом (скульптор В.А. Сидоров), а также использования благородных материалов – гранита, мрамора и окрашенного бетона [8] (рис. 2, а – в).

Согласно типологии Магдалены Козен-Квозняк, Тюменский большой драматический театр может быть отнесен к типу театра рецепции (*teatr ресерсji*). Действительно, перед зданием театра расположена площадь 400-летия Тюмени (2,7 га), которая используется для городских праздников, фестивалей и временных мероприятий (рис. 2, д). Однако эта площадь функционирует ситуативно, преимущественно в дни событий, и не формирует устойчивых повседневных пешеходных потоков. Таким образом, театр не выступает как генератор городской активности, а скорее остается точкой назначения, посещаемой в определенное время, что полностью соответствует характеристикам *teatr ресерсji*.

Окружающая застройка характеризуется фрагментарной структурой (преимущественно жилая застройка с торговыми кластерами и отсутствием сквозных пешеходных связей): она представлена в большинстве своем панельными жилыми домами различных периодов – от 1960–80-х гг. до новейших кварталов 2010–20-х гг., а также современными офисными зданиями с навесными вентилируемыми фасадами. Многие из этих зданий превышают по высоте театральное здание, что нарушает иерархию центрального ансамбля. Их фасады резко отличаются по материалам, цвету, масштабу оконных проемов и ритму членения, поскольку сооружались автономно, без учета композиционной связи друг с другом и с историческим ядром. В результате формируется визуально разрозненная среда, в которой отсутствует единый композиционный центр.

Зрительный поток не фокусируется на театре как на потенциальной доминанте – его внимание рассеивается из-за хаотичной панорамы, лишенной стилевого и масштабного единства. Эта ситуация усугубляется тем, что застройка велась этапами, без общей градостроительной концепции, что привело к накоплению элементов, не вступающих в диалог ни между собой, ни с культурным объектом (рис. 2, а). Таким образом, театр оказывается «потерянным» в разнородной урбанистической ткани, которая дополнительно усиливает эффект градостроительного разрыва (*discontinuity*, по Буо-Юаню Сюю) (рис. 2, з).

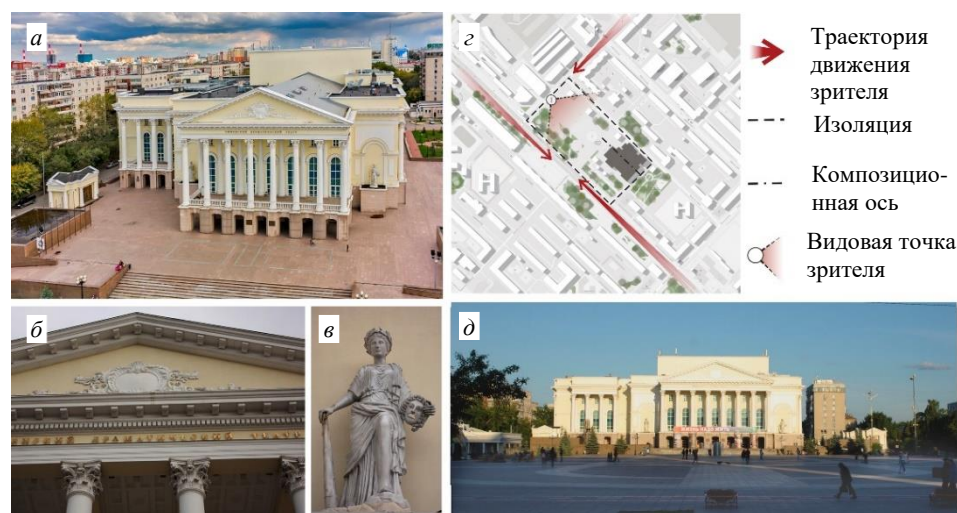


Рис. 2. Тюменский большой драматический театр:

а – панорама⁶; б – фрагмент, фронтоны⁷; в – фрагмент, скульптура музы трагедии Мельпомены, скульптор Хакан Теймур, 2009⁸; з – анализ взаимодействия театра с окружением; д – вид с точки № 1⁹

Fig. 2. Grand Drama Theater in Tyumen:

а – panorama; б – pediment; в – sculpture of Melpomene, muse of tragedy, Hakan Teymur, 2009; д – plan view; е – general view

⁶ URL: https://guruturizma.ru/35-luchshix-dostoprimechatelnostej-tyumeni/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

⁷ URL: <https://toptyumen.livejournal.com/879706.html>

⁸ Там же.

⁹ URL: https://dzen.ru/a/ZtGhc9upYB3nwwnA?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

С южной стороны участка, на котором расположен Тюменский большой драматический театр, проходит ул. Республики – одна из главных магистралей города. Особенностью организации движения вдоль участка является реверсивный режим, периодически изменяющий направление потока. Эта сложная конфигурация, наряду с отсутствием удобных и прямых пешеходных переходов, значительно затрудняет пересечение улицы, особенно для посетителей театра, прибывающих с противоположной стороны. Хотя ул. Республики формально выполняет роль градостроительной артерии, связывающей восточные въезды в город с западными жилыми районами, ее функционирование в районе театра противоречит принципам интеграции культурного объекта в городскую ткань. Вместо того чтобы подводить зрителя к центру и демонстрировать архитектурные доминанты, магистраль фактически отсекает театр от прилегающих территорий. Критически важно, что улица проходит вдоль бокового фасада здания, а не завершает визуальную перспективу, что исключает восприятие театра как композиционного акцента. При этом ее статус магистрали общегородского значения с интенсивным транзитным трафиком усиливает шумовое и визуальное давление на театральное пространство, дополнительно усиливая эффект изоляции. В то же время остальные границы театрального участка (с севера, запада и востока) ограничены улицами местного значения и внутриквартальными проездами, ведущими в жилые кварталы.

Таким образом, транспортная инфраструктура не только не способствует, но и активно препятствует интеграции театра в повседневную жизнь города – что является ярким проявлением градостроительного разрыва.

Рекреационная инфраструктура в непосредственной близости от Тюменского большого драматического театра представлена Цветным бульваром (протяженность около 1,5 км) и сквером Юниатов, расположенным в 500 м к западу от театра, вблизи Текутьевского кладбища. Обе территории обладают потенциалом для формирования единой системы общественных пространств и могли бы обеспечивать пешеходную связь между жилыми районами и культурным центром. Однако реализация этой связи на практике затруднена. Основным барьером выступает ул. Революции. На данном участке отсутствуют удобные и безопасные пешеходные переходы, в том числе регулируемые или подземные. В результате пешеходный маршрут фактически разорван, что снижает тяготение горожан к театру вне времени спектаклей.

Соответственно, если с точки зрения пространственной и функциональной интеграции театр демонстрирует признаки разрыва, то по параметру транспортной связанности он сохраняет высокий уровень доступности. Тем не менее именно хорошо развитая сеть автобусных маршрутов компенсирует слабую пешеходную связность и позволяет театру оставаться доступным для широкого круга горожан, несмотря на его обособленное положение в урбанистической структуре.

Тюменский большой драматический театр сохраняет явно выраженный изолированный характер. Эта изоляция проявляется как в территориальном, так и в визуальном плане: театр не вовлечен в систему пешеходных связей, не формирует устойчивых композиционных осей с окружающими кварталами и визуально растворяется в разнородной застройке, и, несмотря на наличие рекреационных территорий в шаговой доступности, он функционально оторван

от рекреационных зон. Театр воспринимается как самодостаточный объект, замкнутый в собственной системе. В результате здание не раскрывает своего потенциала как ключевая точка притяжения и функционально-пространственное ядро центральной части города.

Красноярский драматический театр им. А.С. Пушкина. Время основания – 1852 г. (архитекторы: первоначальное здание – неизвестен; реконструкция 1953 г. – Геворк Кочар, реконструкция 2013 г. – архитекторы ООО «Красноярск-гражданпроект» и др.). Красноярский драматический театр имени А.С. Пушкина, основанный в 1852 г., считается старейшим театральным учреждением Сибири. Первоначально здание театра было деревянным и располагалось на территории современного Театрального сквера. Официальный статус городского театра учреждение получило лишь в 1873 г., что подчеркивает постепенное становление театральной культуры в регионе.

За свою историю театр неоднократно подвергался реконструкциям и перестройкам. Наиболее значимой стала реконструкция 1953 г. под руководством архитектора Г. Кочара, в ходе которой здание приобрело черты сталинского неоклассицизма: монументальные объемы, симметричная композиция, ордерное членение фасадов. Однако современный облик театра сформировался в результате крупной реконструкции 2013 г., завершившейся открытием нового театрального комплекса на историческом месте [9] (рис. 3, а).

Главный корпус театра выполнен в духе условной неоклассики: его фасады отличаются сдержанной пластикой, четкой геометрией и минимумом декора, что создает ассоциации с архитектурой античности (рис. 3, а). Массивные объемы подчеркивают институциональный статус и общественную значимость учреждения.

Театральный комплекс включает несколько корпусов, возведенных в разные периоды, но объединенных общей стилистической логикой. Исключением выступает здание камерной сцены, в архитектуре которого присутствуют черты модерна (рис. 3, в). Таким образом, театр сохранил символическую и градостроительную преемственность, оставаясь ключевым культурным ориентиром центра Красноярска.

Согласно типологии М. Козен-Квозняк, Красноярский драматический театр имени А.С. Пушкина может быть отнесен к типу театра рецепции.

Театр расположен в историческом центре Красноярска, в плотной застройке конца XIX – начала XX в. На первый взгляд окружающие здания – преимущественно в стилях сибирского модерна и эклектики – создают единый архитектурный ансамбль. Однако именно эта насыщенная и выразительная среда становится причиной того, что театр не выступает в роли визуальной доминанты, а, напротив, растворяется в окружении.

Кроме того, здание камерной сцены, расположенное слева от главного корпуса, усиливает визуальную фрагментацию: его яркие фасады создают дополнительный акцент, конкурирующий с основным объемом театра.

В совокупности это приводит к тому, что театр, несмотря на монументальные объемы и центральное положение, не формирует композиционного ядра площади, а воспринимается как один из элементов насыщенного исторического фрагмента (рис. 3, г), что полностью соответствует характеристикам

театр ресерсји: объекту, принимающему зрителя, но не излучающему активность в городскую среду.



Рис. 3. Красноярский драматический театр имени А.С. Пушкина:

a – главный фасад¹⁰; *б* – анализ взаимодействия театра с окружением; *в* – фрагмент фасада здания камерной сцены¹¹; *г* – 3D-модель¹²; *д* – вид с точки № 1 с ограниченной видимостью¹³

Fig. 3. Pushkin Drama Theater in Krasnoyarsk:

a – facade; *b* – buildings around; *c* – facade fragment; *d* – 3D model; *e* – general view

С точки зрения Б.-Ю. Сюя, театр демонстрирует разрыв с окружающей городской средой.

Несмотря на расположение в историческом центре, театр не устанавливает активных пространственных связей с уличной сетью. Его объем зажат со всех сторон плотной застройкой конца XIX – начала XX в.: со всех сторон его окружают узкие улицы (Мира, Дубровинского, Карла Маркса, Ленина), фасады которых непосредственно примыкают к театральному участку. Эта компактная, насыщенная историческая застройка создает визуальное и функциональное давление, не оставляя театру пространства для раскрытия композиционного потенциала.

Особенно показателен случай с ул. Мира, на которую выходит главный фасад театра. Отсутствие предтеатральной площади или даже минимального отступа приводит к тому, что фасад плохо просматривается с улицы (рис. 3, д). Зритель не может воспринять здание целиком – оно воспринимается фрагментарно, как продолжение рядовой застройки, а не как архитектурная доминанта.

¹⁰ URL: https://life.akbars.ru/puteshestvuem/kuda-skhodit-v-krasnoyarske-letom-dostoprimechatelnostigoroda/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

¹¹ URL: <https://yandex.com/maps/-/CPExa60T>

¹² URL: <https://myseldon.com/ru/news/index/244910535>

¹³ URL: https://www.krsk.kp.ru/online/news/6567045/?utm_medium=organic&utm_source=yandex-smartcamera

Что касается рекреационной инфраструктуры, в непосредственной близости (менее чем в 50 м) расположен Пушкинский сквер (площадью около 1,2 га), который теоретически мог бы выполнять роль предтеатрального пространства. Однако между сквером и театром расположен туристический объект – «Губернские аптеки», физически и визуально разделяющий эти зоны. В результате сквер и театр воспринимаются как изолированные фрагменты, не имеющие ни функциональной, ни композиционной связи.

В то же время транспортная доступность театра остается высокой.

Красноярский драматический театр имени А.С. Пушкина – яркий пример театра рецепции. Несмотря на архитектурную сдержанность в духе неоклассицизма и расположение в историческом ядре города, здание не формирует активных пространственных связей с городской средой. Плотная застройка, отсутствие предтеатральной площади, визуальная конкуренция со стороны выразительных зданий модерна и фрагментация рекреационных зон создают эффект замкнутости и пассивности (рис. 3, б).

Тем не менее театр сохраняет высокую культурную и историческую значимость, оставаясь важным элементом идентичности Красноярска. Однако он функционирует как точка назначения, а не как связующее звено в структуре городской среды.

Иркутский академический драматический театр им. Н.П. Охлопкова. Архитектор В.А. Шретер, время основания – 1850 г. Иркутский академический драматический театр имени Н.П. Охлопкова – один из старейших театральных учреждений Сибири. Его история начинается с 1850 г., когда на месте нынешнего здания было возведено первое деревянное театральное здание – типичное для провинциальных городов Российской империи середины XIX в. [7, 10].

В 1897 г. деревянное строение было заменено каменным зданием, спроектированным архитектором В.А. Шретером (рис. 4, а, б). Новое здание было построено по типу традиционного ярусного театра (с партером, амфитеатром и балконами) и получило официальный статус городского театра, что закрепило его роль в культурной жизни Иркутска.

Архитектурный облик здания выполнен в духе эклектики – стиля, характерного для конца XIX в., – с заметными чертами неоклассицизма: симметричная композиция, рустованный цоколь, пилястры, лепной декор и богато оформленный главный портал. Фасады отличаются выразительной пластикой, многослойностью и декоративным изобилием (рис. 4, в, г), что подчеркивает общественную значимость сооружения и соответствует представлениям о монументальности культурных учреждений той эпохи (рис. 4, а, б).

Здание театра сохранилось до наших дней практически в первоначальном виде и является памятником архитектуры регионального значения, а также ключевым элементом историко-градостроительного ансамбля центра Иркутска.

Согласно типологии М. Козен-Квозняк, Иркутский академический драматический театр имени Н.П. Охлопкова может быть отнесен к типу театра интерференции. В случае Иркутска театр расположен в центре исторически сложившегося общественно-культурного кластера, включающего: Иркутский областной художественный музей имени В.П. Сукачева, спортивный комплекс «Байкал», бульвар Гагарина, образовательные учреждения (в том числе Иркутский государственный университет и техникумы), памятники и исторические достопримечательности (включая здания конца XIX – начала XX в.).

Большинство этих объектов относится к тому же историческому периоду, что и само театральное здание (вторая половина XIX – начало XX в.), что создает стилевое и хронологическое единство ансамбля. При этом театр не обособлен, а функционирует как органичный элемент этой среды: пешеходные потоки, визуальные связи и общественная жизнь естественным образом проходят через его окрестности.

Таким образом, театр не «окружен» пространством, а вплетен в него, что и определяет его принадлежность к типу *interferencji*, где архитектурный объект существует в постоянном взаимодействии с городской тканью.

С точки зрения Б.-Ю. Сюя, Иркутский академический драматический театр демонстрирует преимущественно связную структуру в своем взаимодействии с городской средой при наличии локальных участков разрыва (рис. 4, *e*).



Рис. 4. Иркутский академический драматический театр им. Н.П. Охлопкова: *a* – главный фасад¹⁴; *б* – боковой фасад¹⁵; *в* – фрагмент, боковой фасад¹⁶; *г* – фрагмент, главный фасад¹⁷; *д* – вид с точки № 1¹⁸; *е* – анализ взаимодействия театра с окружением; *ж* – вид с точки № 2¹⁹

Fig. 4. Okhlopkov Academic Drama Theater in Irkutsk: *a* – facade; *b* – side facade; *c* – side facade fragment; *d* – main facade fragment; *e* – general view 1; *f* – buildings around; *g* – general view 2

¹⁴ URL: <https://sight.photo/photos/5292230/>

¹⁵ URL: <http://moscowstateballet.ru/balet-romeo-i-dzhuletta-s-prokofeva-pokazhut-v-irkutske/>

¹⁶ URL: https://experience.tripster.ru/experience/35514/?utm_medium=organic&utm_source=yandex-smartcamera

¹⁷ URL: <https://2gis.ru/irkutsk/gallery/firm/1548640652887606/photoId/1548112402378239>

¹⁸ URL: <https://yandex.ru/maps/-/CPExfF6O>

¹⁹ URL: <https://yandex.ru/maps/-/CPExfIn~>

Со стороны бульвара Гагарина к театру ведут пешеходные маршруты, перетекающие в скверы и зоны отдыха, что формирует постепенный сценарий приближения к зданию (рис. 4, д, ж). Эта последовательность пространств – от бульвара через озелененную территорию к парадному фасаду – создает у зрителя ощущение перехода от повседневной городской среды к культурному центру, что является признаком высокой градостроительной целостности.

В то же время с других направлений наблюдаются локальные разрывы, обусловленные особенностями исторически сложившейся застройки: узкие улицы, фрагментарная планировка и отсутствие сквозных визуальных осей не позволяют сформировать единый подход с северной или западной сторон. Однако эти разрывы носят характер исторической ткани, а не современной дезинтеграции и не нарушают общей гармонии ансамбля.

Архитектурное окружение театра целенаправленно поддерживает его композиционную роль. Так, напротив главного фасада расположен жилой дом по ул. Карла Маркса, 5, выполненный в стиле эклектики. Несмотря на временную и стилевую близость к театру, здание отличается сдержанной архитектурной выразительностью, строгой члененностью фасада и светлой цветовой гаммой, что позволяет ему выполнять функцию фоновой застройки, не конкурируя с театральным объемом.

Таким образом, окружающая застройка, несмотря на разнообразие архитектурных решений, создает сбалансированный ансамбль, в котором театр выступает естественным композиционным центром, что подтверждает высокую степень градостроительной связности.

Городская среда вокруг Иркутского академического драматического театра имени Н.П. Охлопкова характеризуется высокой степенью градостроительной связности. Одним из ключевых факторов этой целостности является насыщенная система озелененных территорий: скверы, бульвары и набережные мягко обрамляют застройку, создавая комфортную пешеходную среду и визуальные разрывы, которые снимают давление плотной исторической застройки на театральное здание.

Особую роль играет сквер имени Н.П. Охлопкова, прилегающий к боковым фасадам театра. Он не только обеспечивает необходимый отступ от соседних зданий, но и сохраняет визуальный обзор на театр с ключевых точек, предотвращая его «поглощение» окружающей застройкой.

Театр расположен всего в 200 м от бульвара Гагарина – важнейшей градостроительной оси Иркутска, соединяющей два моста через Ангару и связывающей центр со Свердловским районом. Вдоль бульвара пролегает благоустроенная набережная протяженностью более 1,5 км. Дополнительные уличные связи создаются пересечением ул. Карла Маркса и Ленина, образуя композиционный узел, в котором театр выступает как естественная фокусная точка.

Несмотря на это, транспортная доступность театра развита слабее, чем у других рассмотренных объектов. Ближайшая остановка общественного транспорта, расположенная менее чем в 50 м от главного фасада, фактически не функционирует.

Тем не менее рекреационная инфраструктура компенсирует транспортные ограничения: с севера и юга театр охвачен скверами с прогулочными дорожками,

памятниками и малыми архитектурными формами; в 10–15 мин ходьбы находятся набережная Ангары и Историко-мемориальный комплекс «Иерусалимская гора». Эти территории связаны между собой непрерывной системой «зеленых» пешеходных маршрутов, формирующих единое общественное пространство. В результате театр воспринимается не как изолированная точка, а как один из ключевых узлов в системе повседневного передвижения горожан.

Иркутский театр представляет собой яркий пример театра интерференции: он глубоко вплетен в историческую ткань города, вступает в диалог с окружением и участвует в формировании общественной жизни (рис. 4, д, е, ж).

Несмотря на ограниченную транспортную доступность и отсутствие монументальной доминантности, театр сохраняет свою роль культурного и композиционного ядра центра Иркутска. Это достигается за счет гармоничного сочетания архитектуры, озеленения и пешеходной связанности, что в совокупности формирует устойчивую систему continuity и подтверждает высокую степень интеграции объекта в городскую среду.

Заключение

Проведенный анализ исторических театров Сибири, несмотря на их архитектурное сходство (использование ордерных систем, классических пропорций и монументальных форм), позволил выявить существенные различия в степени интеграции в городскую среду. Театральные здания, будучи важными культурными и композиционными ядрами, демонстрируют разнонаправленные модели взаимодействия с окружающей застройкой – от глубокой вплетенности до выраженной изоляции.

На основе типологии М. Козен-Квозняк и концепции Б.-Ю. Сюя можно выделить два основных сценария.

1. Театры как генераторы городской активности (*teatr emisji + continuity*).

К этой группе относится Новосибирский театр оперы и балета (НОВАТ). Этот объект, возведенный в советский период, сознательно размещался как доминанта нового центра, вокруг которого формировалась площадь, парки, транспортные узлы и общественные маршруты. Благодаря этому он активно вовлечен в повседневную жизнь города, выступая не только как культурное учреждение, но и как архитектурное ядро устойчивого общественного пространства.

Однако даже в этом случае наблюдается угроза деградации градостроительной иерархии: интенсивная современная застройка (в частности, в Новосибирске) с высотными офисными комплексами нарушает визуальные оси, конкурирует по масштабу и ослабляет восприятие театра как доминанты, что ставит под угрозу исторически сложившуюся структуру центра.

2. Театры, вплетенные в историческую ткань (*teatr interferencji* или *teatr resercji + частичная continuity/discontinuity*).

К этой группе относятся Красноярский, Тюменский и Иркутский драматические театры – учреждения, расположенные в дореволюционных центрах с плотной застройкой. Здесь степень интеграции различна.

Иркутский театр демонстрирует высокую связанность благодаря гармоничной исторической застройке, озелененным скверам и пешеходным маршрутам, что соответствует типу *teatr interferencji*;

Красноярский и Тюменский театры, напротив, испытывают градостроительный разрыв: в первом случае – из-за визуальной конкуренции со стороны выразительной дореволюционной архитектуры, во втором – из-за транспортных барьеров и фрагментарной советско-постсоветской застройки. Оба относятся к типу театр ресерсји.

Таким образом, ключевым фактором, определяющим роль театра в городской среде, выступает не его возраст или архитектурная выразительность, а характер градостроительного контекста и наличие/отсутствие стратегического подхода к формированию связной общественной среды.

Современные тенденции – рост высотного строительства, приоритет коммерческой застройки над культурной функцией, утрата композиционных осей – усиливают риск маргинализации исторических театров, превращая их из активных элементов городской жизни в архитектурные реликвии, «спрятанные» за фасадами новостроек.

В этих условиях одной из важнейших задач архитекторов, градостроителей и городских властей становится разработка комплексных стратегий ревитализации центральных ансамблей, направленных на сохранение историко-культурной ценности театров, восстановление визуальных и функциональных связей с окружающей средой, формирование комфортных пешеходных маршрутов и рекреационных зон, регулирование параметров новой застройки (масштаб, высота, материал) в охранных зонах.

Только при таком подходе театр сможет сохранить свою роль не как обособленный памятник, а как живой, дышащий элемент городского ансамбля – пространство, в котором архитектура, культура и повседневная жизнь находят гармоничное взаимодействие.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бунин, А.В., Ильин, Л.А., Поляков, Н.Х., Шквариков, В.А. Градостроительство. Москва : Изд-во Академии архитектуры СССР, 1945. 327 с.
2. Евреинов, Н.Н. Театр при Петре Великом и его первых последователях // История русского театра. Москва : Эксмо, 2011. С. 88–112.
3. *Kozien-Wozniak, M. Teatry interferencji: wspolczesna architektura teatralna a nieformalna przestrzen teatru.* Krakow : Wydawnictwo PK, 2015. 196 p.
4. Рыбак-Недзиолка, К., Мархвински, Я., Рыкала, Э., Лукки, Э. Пространственные отношения между театром и его окружением: протокол оценки на примере Варшавы (Польша) // Land. 2023. Т. 12. № 6. <https://doi.org/10.3390/land12061225>
5. Сюй, Буо-Юань. Городская площадь как театр: вопросы преемственности и прерывности в городском дизайне. Массачусетс : Массачусетский технологический институт, 1993. 78 с.
6. Баландин, С.Н., Баландин, В.С. Новосибирск: что остается в наследство? Новосибирск : Новосибирское книжное изд-во, 1990. 108 с.
7. Акимова, М.И., Богомолова, В.Д., Трофимова, Н.И. Потенциал исторических зданий театров в условиях современной застройки // Труды НГАСУ. 2023. Т. 26. № 2. С 51–59. <https://doi.org/10.32683/1815-5987-2023-26-88-2-49-57>
8. Прокофьев, Н. Тюменский большой драматический театр: культурный центр Тюменской области // Первое студенческое агентство : [сайт]. URL: https://pervoe.online/journals/hobbi/17381-actor/49544-samyu_bolshoy_dramaticheskij_teatr_rossii_tyumenskiy_bdt/ (дата обращения: 15.11.2025).
9. Рыбаченко, Г.М. Историческая архитектура. Драматическая история драмтеатра // Сибдом. Красноярск : [сайт]. URL: <https://www.sibdom.ru/journal/1208/> (дата обращения : 15.11.2025).
10. Маляревский, П.Г. Очерк из истории театральной культуры Сибири. Иркутск : Иркутское книжное изд-во, 1957. 284 с.

REFERENCES

1. *Bunin, A.V., Il'in, L.A., Polyakov, N.H., Shkvarikov, V.A.* Urban Planning. Moscow: Izdatel'stvo Akademii arkhitektury SSSR, 1945. 327 p. (In Russian)
2. *Evreinov, N.N.* The Theatre under Peter the Great and his first followers. In: The History of the Russian Theater. Moscow: Eksmo, 2011. Pp. 88–112. (In Russian)
3. *Kozien-Wozniak, M.* Teatry Interferencji: Wspolczesna Architektura Teatralna a Nieformalna Przestrzen Teatru. Krakow: Wydawnictwo PK, 2015. 196 p.
4. *Rybak-Niedziółka, K., Marchwinski, J., Rykala, E., Lucchi, E.* Spatial Relations between the Theatre and its Surroundings: An Assessment Protocol on the Example of Warsaw (Poland). *Land*. 2023; 12(6). <https://doi.org/10.3390/land12061225>
5. *Hsu, Buo-yuan.* Urban Square as Theater: Issues of Continuity and Discontinuity in Urban Design. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1993. 78 p.
6. *Balandin, S.N., Balandin, V.S.* Novosibirsk: What Remains as a Legacy? Novosibirsk, 1990. 108 p. (In Russian)
7. *Akimova, M.I., Bogomolova, V.D., Trofimova, N.I.* The Potential of Historic Theatre Buildings in the Context of Modern Development. *Vestnik NGASU*. 2023; 26(23): 51–59. <https://doi.org/10.32683/1815-5987-2023-26-88-2-49-57> (In Russian)
8. *Prokofev, N.* Tyumen Bolshoi Drama Theater: The cultural center of the Tyumen region. Available: https://pervoe.online/journals/hobbi/17381-actor/49544-samy_bolshoy_dramaticheskij_teatr_rossii_tyumenskiy_bdt/ (accessed November 15, 2024).
9. *Rybachenko, G.M.* Historical architecture. The dramatic history of the Drama Theatre. Available: www.sibdom.ru/journal/1208/ (accessed October 15, 2012).
10. *Malyarevskii, P.G.* An Essay on the History of Theatrical Culture in Siberia. Irkutsk, 1957. 284 p. (In Russian)

Сведения об авторах

Акимова Мария Игоревна, канд. искусствоведения, доцент, зав. кафедрой, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, Ленинградская ул., 113, m.akimova@sibstrin.ru

Левченко Эвелина Игоревна, студентка, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, Ленинградская ул., 113, wightfaon@yandex.ru

Authors Details

Mariya I. Akimova, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, m.akimova@sibstrin.ru

Evelina I. Levchenko, Student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, wightfaon@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.01.2026
Одобрена после рецензирования 12.02.2026
Принята к публикации 12.02.2026

Submitted for publication 21.01.2026
Approved after review 12.02.2026
Accepted for publication 12.02.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 42–56.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 42–56.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.01

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-42-56>

EDN: AXUOLD

ЗАЩИТА ОТ УГРОЗ БПЛА И МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ДВОЙНЫХ И ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ ЗАЩИТНЫХ ФАСАДОВ

Андрей Вячеславович Комиссаров

Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена возрастающим распространением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в военной и коммерческой сферах, что повышает риск их столкновений со зданиями и инфраструктурными объектами. Это создает необходимость совершенствования архитектурных решений – как с точки зрения безопасности, так и с позиции интеграции БПЛА в городскую среду.

Цель исследования – проанализировать потенциал применения двойных и трансформируемых фасадов как архитектурного средства защиты внутренних пространств зданий от воздействия беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В работе анализируются и систематизируются архитектурные методы применения защитных фасадов на основе существующих практик. Определяются возможности улучшения визуального облика защитных фасадов при сохранении их основной функции.

Методы, используемые в работе, включают изучение и обобщение теоретической базы по современным научным трудам и практическому опыту, синтез новых архитектурных приемов на основе существующих, а также формулирование и моделирование принципиальных способов улучшения внешнего вида защитных фасадов.

Результатом работы являются сформулированные способы и средства, улучшающие внешний вид фасада и добавляющие дополнительные функциональные назначения при сохранении защитных свойств фасада.

Ключевые слова: архитектура, строительство, защитный фасад, трансформируемый фасад, средства защиты, БПЛА

Для цитирования: Комиссаров, А.В. Защита от угроз БПЛА и методы улучшения внешнего вида двойных и трансформируемых защитных фасадов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 42–56. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-42-56>.
EDN: AXUOLD

ORIGINAL ARTICLE

PROTECTION AGAINST UAV THREATS AND METHODS FOR IMPROVING THE APPEARANCE OF DOUBLE AND TRANSFORMABLE PROTECTIVE FACADES**Andrei V. Komissarov***State University of Land Use Planning, Moscow, Russia*

Abstract. The relevance of this study stems from the increasing prevalence of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the military and commercial sectors, which increases the risk of collisions with buildings and the infrastructure. This creates a need to improve architectural solutions in terms of safety and the integration of UAVs into the urban environment.

Purpose: The analysis of the potential use of double and transformable facades as an architectural means of protecting the building interior from the UAV impact. The analysis and systematization of architectural methods of using protective facades based on practical experience.

Methodology/approach: Generalization of the theoretical basis of modern scientific works and practical experience, the synthesis of new architectural techniques, the formulation and modeling of fundamental ways to improve the appearance of protective facades.

Research findings: Opportunities are identified for improving the appearance of protective facades while maintaining their primary function. Methods and tools are developed to improve the facade appearance and addition of functionality while maintaining its protective properties.

Keywords: architecture, construction, protective facade, transformable facade, protective equipment, unmanned aerial vehicle

For citation: Komissarov, A.V. Protection Against UAV Threats and Methods for Improving the Appearance of Double and Transformable Protective Facades. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 42–56. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-42-56>. EDN: AXUOLD

Введение

Защита человека от внешних воздействий, включающих в себя природные, техногенные и другие опасности, является одной из главных задач архитектуры. На данном историческом этапе беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все более широкое применение в различных сферах жизни человека. Среди них набирают популярность методы использования в коммерческих и производственных целях, таких как перевозка грузов, сельское хозяйство, мониторинг лесного фонда и акватории, промышленных объектов, обследование и сканирование зданий и сооружений, контроль и мониторинг городского хозяйства и дорожного движения, зрелищные шоу и представления. Легкие и маневренные летательные устройства незаменимы при выполнении видеосъемки и ведении прямых трансляций [1–3]. В текущей мировой ситуации БПЛА применяются в боевых, контртеррористических и разведывательных операциях [4].

Высокая эффективность и широкое распространение БПЛА имеют также и обратную сторону – частые случаи столкновений, сбоев в работе, нарушение приватности частной жизни, несанкционированные проникновения, нападения БПЛА противника или иные противоправные посягательства. Перечисленные

аспекты требуют совершенствования теории и практики архитектуры в области защиты зданий и являются актуальными сегодня и в ближайшем будущем.

Основанием для представленных научных положений послужили теоретические исследования отечественной и зарубежной мировой практики проектирования и реализации объектов подобного типа. Последовательность работы представляет собой рассмотрение совокупных функциональных, технологических и конструктивных аспектов защитных фасадов с переходом к более частным случаям – их влиянию на архитектурный облик здания.

Основные методы исследования: обобщение теоретических знаний, изучение теоретической базы – ознакомление и изучение актуальных монографий, книг, научных статей, исследований и достижений в области науки и техники, практики возведения общественных объектов схожего типа; синтез новых (на основе существующих) архитектурных приемов, а также формулирование и моделирование принципиальных способов улучшения внешнего вида защитных фасадов.

Значительное влияние на исследование современной архитектуры и двойных фасадов, обеспечивающих защиту от БПЛА, оказали Е.Р. Полянцева [5] – архитектурные модели и средства защиты зданий от БПЛА, соблюдающие баланс между безопасностью с сохранением облика здания; Д.А. Бурхан [6] – выявление универсальных способов, средств и способов защиты зданий от БПЛА в городской застройке; В.В. Габова, Е.С. Мельникова, А.А. Чураков [7] – исследование и разработка методологии проектирования защитных конструкций; А.А. Комаров, Н.В. Громов, А.Д. Корольченко, П.С. Ланской [8] – анализ существующих конструктивных решений и строительных материалов, расчеты минимальных расстояний от сетчатого ограждения до фасада защищаемого объекта; С.И. Макаренко, А.В. Тимошенко, А.С. Васильченко [9, 10] – особенности БПЛА как объекта поражения, систематизация и анализ различных способов и средств противодействия БПЛА и др.

В настоящем исследовании проводится системный анализ вопросов, связанных с техническими и эстетическими качествами двойных динамических фасадов и защиты зданий.

Анализ уязвимости зданий при угрозах

БПЛА могут нести различные виды угроз, принося ощутимый вред не только военной, но и гражданской инфраструктуре. Угрозами считаются разведывательная деятельность летательных аппаратов снаружи и непосредственная угроза попадания внутрь через проемы.

При угрозе поражения здания летательным аппаратом, особенно возрастающей при попадании летательного аппарата непосредственно на фасад или во внутренние помещения, возможны разрушение и возгорание конструкций и отделки здания,

Угроза поражения большим количеством аппаратов выделяется в отдельную проблему, т. к. в случае их многочисленного облака многие успешно применяемые средства защиты снижают или даже теряют свою эффективность. Механическая преграда является дополнительным средством защиты от проникновения, поражения, нанесения материального ущерба и получения разве-

дывательной информации в случае преодоления нападающим летательным аппаратом первых уровней защиты.

Осколки и обломки конструкций, образующиеся при взрыве и разрушении самого аппарата, способны нанести значительный вред при столкновении с поверхностью фасада, попадании внутрь здания через проемы. Ущерб заметно снижается при падении вне строения, на прилегающую территорию или на удалении от здания [11].

Помимо противодействия беспилотным летательным устройствам, некоторые виды защитных фасадов способны служить барьером от природных стихий и климатических явлений, таких как ветер, обильные осадки, избыточное солнечное излучение, пылевые бури, вулканические выбросы, увеличивая показатели прочности и надежности здания и др.

Оценивая возможные риски и учитывая актуальность проблемы, можно предотвратить или минимизировать ущерб архитектурными средствами от следующих видов угроз:

- беспилотный управляемый или программируемый летательный аппарат, вызывающий ударную волну и осколочные поля;
- летательный аппарат, осуществляющий разведывательные действия с расстояния;
- беспилотный летательный аппарат, выполняющий гражданские или коммерческие задачи в случае поломки или сбоя;
- природные явления и катаклизмы.

В актуальной практике для объектов с повышенным риском падения обломков, проникновения и поражения ударными средствами и сбросом различных веществ и субстанций выделяются наиболее уязвимые зоны в объеме здания, к которым относятся:

- остекленные фасады, большие по площади оконные и дверные проемы;
- инженерные коммуникации, обеспечивающие жизнедеятельность зданий и комплексов;
- особо ценные и уникальные части и фрагменты фасадов;
- жилые и общественные помещения и помещения с возможным массовым пребыванием людей;
- наружные стены и стороны здания, располагающиеся вблизи маршрутов пролетов и глассад беспилотных летательных аппаратов.

Анализ опыта применения различных методов защиты зданий

Существующие практики и средства защиты от БПЛА подразделяются на два основных вида – активные и пассивные. К **активным** относятся средства ПВО, в том числе радиоэлектронная защита, подавление сигнала, оптическая блокировка и специализированные физические преграды, к **пассивным** – применение материалов и конструкций, блокирующих передачу данных и физически препятствующих проникновению аппаратов на охраняемый объект как с целью сбора информации, так и с целью поражения и разрушения.




Среди успешных практик применения защитных сеток над зданиями и фрагментами фасадов возможно выделить способы реализации защитных фасадов (табл. 1).

Таблица 1

Возможные способы реализации защитных фасадов

Table 1

Examples of protective facades

Графическое изображение	Описание
	<p>Гибкие защитные сетки. Могут иметь несколько вариаций, среди которых непрозрачные защитные многослойные одеяла и фасадные накидки.</p> <p>Антидроновая фасадная сетка на жилом доме в г. Шебекино</p>
	<p>Жесткая каркасная защита зданий, состоящая из типовых модульных элементов на самонесущем каркасе или с креплением к ограждающим конструкциям, по заданным индивидуальным параметрам, промышленного изготовления</p>
	<p>Двойной защитный фасад – синтез безопасности и эстетики, сочетающий в себе функцию защиты и имеющий при этом привлекательный внешний вид.</p> <p>Texoversum, бюро Allmannwappner и Menges Scheffler Architekten, Ройтлинген, Германия, 2023 г.</p>

Типологические виды защитных фасадов

Основываясь на текущем опыте использования, можно выделить следующие основные виды пространственного размещения защитных элементов на фасаде здания:

- оболочка – полностью закрывающая объект со всех сторон;
- отдельные фрагменты – частично закрытые зоны или стороны здания и отдельные фасады на нем;
- двойной фасад – организация буферного межфасадного пространства между внешним и внутренним слоями фасада;
- многослойная защита фасада – комбинированный защитный фасад из сочетания различных материалов для повышения эффективности защиты;

– точечная защита фасада – локальные включения защитных устройств на фасаде критически важного элемента, такого как входная группа, инженерные узлы, помещения с непрерывными процессами и др.

На выбор типа защиты влияет учет необходимого срока возведения и долгосрочности использования. В связи с этим предлагается выделить виды защитных фасадов, связанных с временным фактором.

1. Временные – требующие обеспечения защиты в определенные периоды: часы, время суток, сезоны года, на время проведения мероприятий:

- временная быстровозводимая конструкция на независимом каркасе;
- временная конструкция с креплением к существующему фасаду здания;
- временные фрагменты подвижных динамических панелей с креплением к существующему фасаду здания или на независимом каркасе.

2. Постоянные – обеспечивающие непрерывную пассивную защиту:

- постоянный двойной или многослойный фасад с защитными модификациями;

- постоянная оболочка фасада здания, закрывающая одну или несколько плоскостей фасада, обеспечивая в том числе маскировочный эффект и защиту от проникновения;

- постоянный динамический фасад как часть здания с возможностью укрытия уязвимых зон для обеспечения повышенного уровня защиты.

На данном этапе исследований предпринимаются усилия по поиску новых, более эффективных методов защиты зданий от атак БПЛА как в научной, так и в производственной и строительной сферах. Современные системы и методы защиты зданий требуют постоянного развития и адаптации к новым обстоятельствам. Расчеты динамических нагрузок, воспринимаемых различными типами защитных фасадов, производятся индивидуально для каждой отдельно взятой ситуации. Для поисков новых общих принципов защитных фасадов, интегрируемых в архитектурные решения, требуется продолжение исследований и разработок в данном направлении.

На данном этапе происходит разработка и совершенствование нормативной документации и методических рекомендаций для производителей конструкций¹. Сами производители также разрабатывают новые фасадные системы и материалы.

Архитектурные решения фасадов для защиты зданий

Среди архитектурных и технических решений для обеспечения защитной функции зданий используются следующие существующие типы защитного двойного фасада (табл. 2).

Сетка на каркасе – одно из самых простых используемых на практике решений. Может крепиться к фасаду или устанавливаться на независимые временные опоры. Удобная, при необходимости может накрыть небольшую зону или строение целиком. Практичное и недорогое решение, но ограничено применимо в плотной застройке.

¹ СП 542.1325800.2024. Защитные ограждающие конструкции от беспилотных летательных аппаратов. Правила проектирования: свод правил: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2024 г. № 910/пр: введен в действие с 26 января 2025 г. Москва, 2025. 30 с.; Рекомендации по инженерной защите объектов МЧС России от беспилотных воздушных средств нападения. Москва, 2024. 56 с.

Таблица 2

Типы двойных защитных фасадов

Table 2

Double protective facades

Схематичное изображение	Описание
	<p>Двойной сетчатый фасад – прочная сетка из полиамида, защищающая от падающих обломков, оказывающая на БПЛА останавливающий эффект [12, 13]</p>
	<p>Двойной фасад из ламелей с возможностью сплошного перекрытия – пластинчатые элементы, обеспечивающие защиту от столкновений по касательной или при траектории с острым углом к фасаду. В данном случае защита может быть трансформируемой – при необходимости ламели могут быть повернуты, обеспечивая почти полное перекрытие плоскости фасада [14]</p>
	<p>Комбинированное использование сетки и подвижных ламелей с возможностью сплошного перекрытия – защитный фасад, усиленный дополнительным барьером в виде ламелей, предотвращающих проникновение обломков внутрь и обеспечивающих дополнительную приватность</p>
	<p>Динамический трансформируемый защитный фасад – подвижные фрагменты разворачиваемого фасада, перекрывающие необходимые части здания защитой при необходимости. В обычное время сворачиваются в компактное состояние, не влияя на внешний облик здания. Могут иметь альтернативные способы использования: откатные ворота, открываемые ставни или разворачиваемые навесы</p>

Двойной фасад может быть заложен изначально или смонтирован на уже существующий объем здания, имевшего подходящую плоскостную пространственную структуру. Остекленные фасады, особенно большой площади, с меньшей вероятностью будут повреждены и понесут меньший урон, размещаясь за оболочкой. Данная преграда не допустит проникновения летательного аппарата внутрь при установке двойного фасада на некотором расстоянии от основного.

Ламели, пластины и динамические элементы напротив оконных проемов, закрывая фасад при объявлении угрозы, снижают риски попадания БПЛА внутрь здания, сохраняя при этом эксплуатационные и микроклиматические характеристики здания [14]. Невысокая стоимость, негорючие материалы делают конструкцию ремонтно-пригодной, т. к. элементы невелики по размеру и имеют модульную структуру. В помещениях, где затруднена эвакуация и идут непрерывные рабочие процессы, например операционные в медицинских центрах, панели и ламели на оконных проемах обеспечат безопасность находящихся внутри. Они также могут комбинироваться с двойным фасадом или фасадом оболочкой, отсекая возможность попадания обломков и осколков внутрь, ослабляя ударную волну за счет упругого деформирования [15].

Сетчатые подвижные панели могут быть эффективно применены в качестве динамической защиты. Небольшой вес и несложный монтаж на металлокаркасе будут преимуществом как при возведении, так и при ремонте и замене отдельных частей. Данная конструкция может быть легко демонтирована в случае ликвидации угрозы и перенесена в необходимую зону или использоваться в качестве системы регулирования освещенности. Дополнение сетчатых панелей подвижными мерцающими элементами может служить дополнительными маскирующими факторами и добавлять элемент декоративности при размещении в городской и жилой среде.

Комбинированное использование задействует преимущества нескольких видов защитных фасадов. Одновременное применение защитной оболочки, двойного или динамического трансформируемого фасада позволяет задать требуемый уровень безопасности для отдельных зон на фасаде.

Динамический фасад может быть заложен изначально при проектировании фасада или выполнен позднее как элемент реконструкции, как ответ на возникшую угрозу. Расположенный на некотором расстоянии от основного фасада, он не потребует его изменений и дополнительной нагрузки на существующие конструкции. Использование негорючих и многослойных, мелкоячеистых или мембранных конструкций не только предотвратит доступ к зданию, но и создаст противосколочную защиту.

Таким образом, защитные фасадные решения могут сочетать функциональность с художественной выразительностью, сохраняя гармонию городской визуальной среды и обеспечивая комфорт для жителей. Кроме того, они способны выполнять маскировочную функцию.

Один из способов достижения такого результата – проецирование изображений либо нанесение декоративных элементов на внешний слой фасада. Эти элементы могут создавать маскировочный или акцентирующий визуальный эффект и выполнять коммуникационную функцию, улучшая навигацию и ориентирование в городской среде.

Улучшение визуальных качеств защитных фасадов

Примерами улучшения визуального восприятия, декорации, добавления функциональной навигации и информативного сопровождения на конструкциях двойных защитных фасадов могут служить проекты, описанные ниже.

1. Динамический акцентный фасад, обращающий на себя внимание изменяющимися световыми, цветовыми и фактурными преобразованиями, отвлекающими внимание зрителя от защитных конструкций. Подобное решение имеет высокую адаптивность к формам защитных конструкций и может быть применено в различных плоскостях, имея при этом уникальный внешний вид при использовании типовых элементов в основании (рис. 1).



*Рис. 1. Двойной динамический фасад офисного здания Ampera Six, Джакарта, Индонезия, 2013 г.
Fig. 1. Double dynamic facade of the Ampera Six office building, Jakarta, Indonesia, 2013*

2. Статичный двойной фасад, обращающий на себя внимание узорами на перфорированных панелях, которые могут формировать художественные изображения на фасаде. Подобное решение способно декорировать большие площади фасада, улучшая их внешний вид, сохраняя основную защитную функцию (рис. 2).

3. Навигационно-коммуникативный фасад – фасад с дополнительной функцией, помогающей зрителю в определении своего местоположения в городе, поиске нужного направления. Монотонное и однообразное основание защитного фасада является мотивом для выделения на нем надписей, логотипов или другой информации (рис. 3).



Рис. 2. Фасад из перфорированных металлических панелей ImageWall с узорами от Zahner Labs
Fig. 2. Facade from Zahner Labs made of perforated metal ImageWall panels with patterns



Рис. 3. Ограждение парковки музея «Гранд Макет Россия» с навигацией и логотипом, Санкт-Петербург, 2019 г.
Fig. 3. Fenced parking of the Grand Model Russia Museum with navigation and logo, Saint-Petersburg, 2019

4. Медиафасад с подсветкой представляет собой синергию двух первых пунктов и сочетает плюсы обоих: привлекает внимание в любое время суток и может транслировать практически любые изображения – от информации до произведений культуры и искусства (рис. 4).



Рис. 4. UNSTABLE's P-Cube – временный павильон с медиафасадом, ВДНХ, Москва, 2015 г.
Fig. 4. UNSTABLE's P-Cube, a temporary pavilion with media facade, VDNKh, Moscow, 2015

Результаты исследования

На основе анализа практических примеров можно выделить архитектурные решения, применимые как при проектировании новых зданий, так и при реконструкции и адаптации существующих объектов с обеспечением их защиты. После исчезновения непосредственной угрозы защитные элементы допускается демонтировать без ущерба для здания либо сохранить – например, для защиты от климатических воздействий. Кроме того, такие элементы можно использовать как часть системы регулирования микроклимата либо в качестве декоративного элемента.

Архитектурные решения с использованием двойных и динамических фасадов способны внести существенный вклад в обеспечение безопасности городской среды. При грамотном участии архитекторов подобные решения не только повышают функциональную эффективность зданий, но и формируют их уникальную идентичность, создают позитивный эмоциональный фон для жителей, укрепляя ощущение стабильности, надежности и безопасности [16].

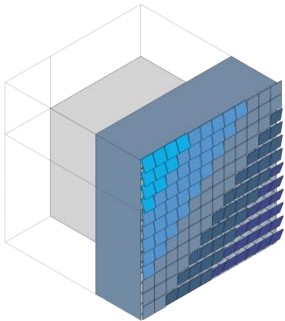
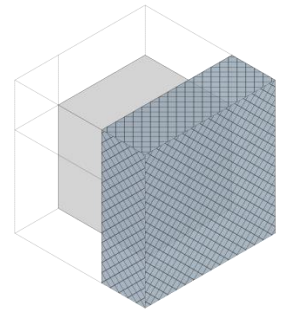
Для реализации защитной функции с одновременным сохранением или улучшением визуального облика зданий рассматриваются различные варианты размещения защитного двойного фасада. Основные схемы такого размещения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Варианты улучшения внешнего облика защитных двойных фасадов

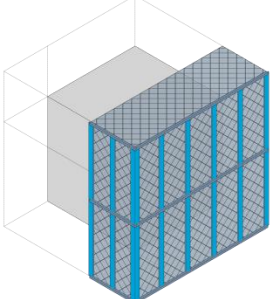
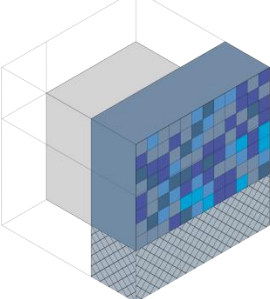
Table 3

Options for improving the appearance of protective double facades

Схематичное изображение	Описание
	<p>Динамический подвижный фасад с инсталляцией – индивидуально разрабатываемые уникальные произведения, монтируемые на фасад здания. Могут приводиться в движение ветром, электричеством, использовать эффект памяти формы или приводиться в движение вручную. Сочетает в себе защитную и эстетическую функции</p>
	<p>Двойной сетчатый фасад – наиболее простой и дешевый вариант исполнения защитного фасада. Может монтироваться непосредственно на сам фасад или на самостоятельный пространственный каркас [12, 13]. Внешний облик может быть улучшен при помощи акцентной или маскирующей покраски</p>

Окончание табл. 3

End of table 3

Схематичное изображение	Описание
	<p>Двойной фасад из модульных элементов – изготавливаемые на заводе элементы могут иметь заданные параметры, включая вес, габариты, материал и др. Может монтироваться непосредственно на сам фасад или на самонесущий каркас. Внешний облик может быть улучшен использованием художественной перфорации плоскости модулей, акцентной или маскировочной покраской</p>
	<p>Транспарентный медиафасад – видеостены, кластерные медиаэкраны и декоративная светодиодная подсветка. Монтируется на фасад здания, может стать частью защитной конструкции, внешним маскирующим слоем или внутренней подсветкой фасада. Совмещение защитной и информационно-проводительной функции</p>

Приведенные примеры показывают широкие возможности применения двойных защитных и трансформируемых фасадов в архитектуре и строительстве. Особое внимание данным решениям фасадов может быть уделено применительно к техническим, складским, производственным и общественным зданиям.

Многофункциональность такого типа фасадов, совмещающая в себе функции защиты и маскировки или, напротив, заметности и предупреждения, делает перспективным их изучение в таких отраслях, как перевозка и доставка грузов, сельское хозяйство, зрелищные и спортивные шоу с использованием БПЛА, а также в зданиях, связанных с их обслуживанием: зарядных станциях, мастерских, логистических, складских и сортировочных пунктах.

Заключение

Результатом исследования стало выявление и систематизация существующих архитектурных решений, в том числе многослойных и динамических фасадов, которые могут применяться для защиты зданий от внешних угроз. Повышенное внимание к двойным защитным фасадам указывает на их значительный потенциал, востребованность и необходимость дальнейшего совершенствования технических и образных архитектурных решений в этом направлении.

Полученные результаты углубляют понимание проблемы, стимулируют разработку новых технических и архитектурных фасадных решений и расширяют область их применения. Возникновение направления защиты фасадов зда-

ний стало ответом на растущее использование технологий беспилотной авиации. Это особенно актуально для зон с высокой концентрацией БПЛА и повышенным риском их столкновений с объектами застройки.

В статье обоснована возможность эффективного применения принципов двойных и трансформируемых динамических фасадов как элемента системы защиты зданий. Такие решения способны обеспечить безопасность от падения БПЛА, воздействия взрывной волны, осколочных полей при угрозе внешних воздействий и неблагоприятных природно-климатических факторов.

Результаты работы могут иметь практическое значение при проектировании зданий и сооружений и усилении их защитных свойств от актуальных угроз на текущем историческом этапе и в будущем. Рассматриваемые варианты могут быть применены к различным типам зданий, включая общественные.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Носков, И.В., Носков, К.И., Тиненская, С.В., Ананьев, С.А. Дрон-технологии в строительстве – современные решения и возможности // Вестник Евразийской науки. 2020. № 5. С. 27. EDN: YSEXRI
2. Dubravova, H., Bures, V. Review of the Application of Drones for Smart Cities // IET Smart Cities. 2024. V. 6. № 4. P. 312–332. <https://doi.org/10.1049/smc2.12093>
3. Николаева, О.Н. Пространственная интерпретация природно-ресурсных данных при разработке картографического обеспечения для управления природопользованием // Вестник СГУГиТ. 2016. Вып. 2 (34). С. 105–110.
4. Кондратьева, А.М. Современное применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) // Право и управление. 2024. № 6. С. 292–295.
5. Полянцева, Е.Р. Архитектурная защита зданий от атаки БПЛА // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 1. С. 99–109. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2025-27-1-99-109>. EDN: FQARST
6. Бурхан, Д.А. Защита многоэтажных зданий от беспилотных летательных аппаратов в условиях плотной городской застройки // Молодой ученый. 2025. № 40 (591). С. 305–311.
7. Габова, В.В., Мельникова, Е.С., Чураков, А.А. Исследование и разработка методологии проектирования защитных ограждающих конструкций от беспилотных летательных аппаратов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 1 (98). С. 28–37. https://doi.org/10.35211/18154360_2025_1_28
8. Комаров, А.А., Громов, Н.В., Корольченко, А.Д., Ланской, П.С. Общие принципы защиты объектов от беспилотных летательных аппаратов // Пожаровзрывобезопасность. 2024. Т. 33. № 5. С. 51–60. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60>
9. Макаренко, С.И., Тимошенко, А.В., Васильченко, А.С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 109–146. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10105>
10. Макаренко, С.И., Тимошенко, А.В. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 2. Огневое поражение и физический перехват // Системы управления связи и безопасности. 2020. № 1. С. 147–197. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10304>
11. Сердюченко, В.М., Руденко, А.А., Городничая, А.Н. Использование нанотехнологий в строительстве // VII Международный студенческий строительный форум – 2022 : сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума, Белгород, 24 ноября 2022 г. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 282–287. EDN: IDGOCI
12. Патент № 2845092 Российская Федерация, МПК F41H11/04, F41H3/02, F41H11/02. Укрытие для защиты объектов инфраструктуры от атак беспилотных летательных аппаратов : № 2024140172 : заявл. 27.12.2024 : опубл. 13.08.2025 / Батаков В.И., Батаков А.В. 13 с.

13. Патент № 2831851 Российская Федерация, МПК F41H11/02, F41H11/04. Способ и система инженерной защиты объектов инфраструктуры от атак беспилотных летательных аппаратов : № 2024109357 : заявл. 08.04.2024 : опубл.16.12.2024 / Павлова Ю.Г. 10 с.
14. Семенова, Э.Е., Лебедев, Д.Ю. Первичное исследование двойных фасадных систем остекления // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 1 (22). С. 206–214. EDN: XHGJHR
15. Невская, Е.Е., Глебова, Е.В., Волохина, А.Т., Фомина, Е.Е. Разработка модели защитного барьера для снижения взрывной нагрузки от ударной волны на здания и сооружения // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 8 (752). С. 57–65. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-8-57-65>
16. Ильвицкая, С.В., Комиссаров, А.В. Динамическая архитектура многофункциональных общественных центров // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25. № 2. С. 65–74. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2023-25-2-65-74>

REFERENCES

1. Noskov, I.V., Noskov, K.I., Tinenskaia, S.V., Ananov, S.A. Dron Technologies in Construction. Modern Solutions and Opportunities. *Vestnik Evrazijskoi nauki*. 2020; 5(12): 27. EDN: YSEXRI (In Russian)
2. Dubravova, H., Bures, V. Review of the Application of Drones for Smart Cities. *IET Smart Cities*. 2024; 6(4): 312–332, <https://doi.org/10.1049/smc2.12093>
3. Nikolaeva, O.N. Spatial Interpretation of Natural Resources Data due to Development of Cartographic Provision for Natural Resource Management. *Vestnik SSUGT*. 2016; 2(34): 105–110 (In Russian)
4. Kondratieva, A.M. Modern use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). *Pravo i upravleniye*. 2024; (6): 292–295. (In Russian)
5. Polyantseva, E.R. Architectural Protection of Buildings Against UAV Attack. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27(1): 99–109. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2025-27-1-99-109>. EDN: FQARST (In Russian)
6. Burkhan, D.A. Protection of Multi-Storeyed Buildings from Unmanned Aerial Vehicles in Dense Urban Areas. *Molodoy uchenyy*. 2025; 40(591): 305–311. (In Russian)
7. Gabova, V.V., Melnikova, E.S., Churakov, A.A. Design Methodology for Protective Barriers Against Unmanned Aerial Vehicles. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser.: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2025; 1(98): 28–37. https://doi.org/10.35211/18154360_2025_1_28 (In Russian)
8. Komarov, A.A., Gromov, N.V., Korolchenko, D.A., Lanskoj, P.S. Object Protection from Unmanned Aerial Vehicles. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2024; 33(5): 51–60. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60> (In Russian)
9. Makarenko, S.I., Timoshenko, A.V., Vasilchenko, A.S. Analysis of Means and Methods of Countering Unmanned Aerial Vehicles. Part 1. Unmanned Aerial Vehicles as Targets for Detection and Destruction. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. 2020; (1): 109–146. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10105> (In Russian)
10. Makarenko, S.I., Timoshenko, A.V. Analysis of Means and Methods of Countering Unmanned Aerial Vehicles. Part 2. Fire Damage and Physical Interception. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. 2020; (1): 147–197. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10304>
11. Serdyuchenko, V.M. The Use of Nanotechnology in Construction. In: Proc. 7th Int. Student Construction Forum, Belgorod, 24 November 2022, Belgorod. 2022. Pp. 282–287. EDN: IDGOCI
12. Batakov, V.I., Batakov, A.V. Shelter for Protecting Infrastructure Facilities from Unmanned Aerial Vehicle Attacks. Patent Russ. Fed. N 2845092. 2025. 13p. (In Russian)
13. Pavlova, Yu.G. Method and System for Engineering Protection of Infrastructure Objects from Unmanned Aerial Vehicle Attacks. Patent Russ. Fed. N 2831851. 2024. 10p. (In Russian)
14. Semenova, E.E., Lebedev, D.Yu. Preliminary Study of Double Facade Glazing Systems. *Inzhenernye sistemy i sooruzheniya*. 2016; 1(22): 206–214. EDN XHGJHR (In Russian)
15. Nevskaya, E.E., Glebova, E.V., Volokhina, A.T., Fomina, E.E. Protective Barrier Model for Shock Wave Reduction. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2019; 8(752): 57–65. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-8-57-65>

16. *Il'vitskaya, S.V., Komissarov, A.V.* Dynamic Architecture of Multifunctional Community Centers. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2023; 25(2): 65–74. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2023-25-2-65-74>

Сведения об авторе

Комиссаров Андрей Вячеславович, аспирант, Государственный университет по землеустройству, 105064, г. Москва, ул. Казакова, 15, tixsus@yandex.ru

Author Details

Andrei V. Komissarov, Research Assistant, State University of Land Use Planning, 15, Kazakov Str., 105064, Moscow, Russia, tixsus@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 13.11.2025
Одобрена после рецензирования 19.02.2026
Принята к публикации 19.02.2026

Submitted for publication 13.11.2025
Approved after review 19.02.2026
Accepted for publication 19.02.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 57–71.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 57–71.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 332.156

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-57-71>

EDN: PLPVNH

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ НОВОСИБИРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ: УРОВЕНЬ УРБАНИЗАЦИИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Олеся Олеговна Смолина, Анна Владимировна Николаева

Новосибирский государственный

архитектурно-строительный университет (Сибстрин),

г. Новосибирск, Россия

Аннотация. *Актуальность.* Актуальность исследования обоснована необходимостью изучения агломерационных процессов и поиска путей устойчивого развития территории на примере Новосибирской агломерации, т. к. она является крупнейшим сибирским центром с высокой плотностью населения и благоприятными социально-экономическими условиями, что позволяет считать ее точкой притяжения населения для жителей периферийной зоны.

Цель. Изучение Новосибирской агломерации (ядра и спутников) в хронологических границах (1950–2025 гг.) по степени урбанизации с оценкой экономического и экологического каркаса.

Методы. Основу методологии составили историко-генетический, композиционно-пространственный, функциональный, картографический и математико-статистический анализы.

Результаты исследования позволили выявить негативные тенденции в развитии агломерации, такие как миграционный отток, дефицит кадров, неравномерность развития субъектов агломерации. В экономической сфере наблюдается развитие инновационного и наукоемкого производства, при этом большая доля отгруженной продукции сконцентрирована в центре агломерации.

Анализ экологического каркаса выявил сокращение биоразнообразия в регионах, уменьшение площади «зеленых» пространств и появление эффекта «теплого острова», а также загрязнение жизненно важных природных ресурсов.

По итогам исследования были предложены направления дальнейшего устойчивого развития территории: переход к полицентричной модели, усиление экологической ткани, развитие экономики и социальной инфраструктуры с учетом региональных особенностей.

Ключевые слова: агломерация, населенные пункты, миграция, урбанизация, ретроспектива

Для цитирования: Смолина, О.О., Николаева, А.В. Анализ пространственного развития Новосибирской агломерации: уровень урбанизации и его влияние на социально-экономические процессы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 57–71. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-57-71>. EDN: PLPVNH

ORIGINAL ARTICLE

**SPATIAL DEVELOPMENT OF NOVOSIBIRSK
AGGLOMERATION: URBANIZATION AND ITS IMPACT
ON SOCIO-ECONOMIC PROCESSES****Olesya O. Smolina, Anna V. Nikolaeva***Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, Russia*

Abstract. This study is determined by agglomeration processes and ways of a stable territory development in the city of Novosibirsk, the largest Siberian center with a high population density and favorable socio-economic conditions.

Purpose: The study of the Novosibirsk agglomeration (the core and satellites) in chronological boundaries (1950–2025) according to the urbanization level in terms of the economy and ecology.

Methodology: Historical-genetic, positional-spatial, functional, cartographic and mathematical statistical analyses.

Research findings: Negative trends are shown for the agglomeration development, including the migration outflow, shortage of personnel, uneven development. In the economic sphere, there is a development of innovative and knowledge-intensive production, with a large proportion of shipped products concentrated in the agglomeration center. The environmental analysis shows a reduction in the regional biodiversity, green spaces, the urban heat island effect, and a pollution of vital natural re-sources.

Value: Based on the results, directions are suggested for further stable development of the territory: the transition to a polycentric model, strengthening of the environment, development of the economy and social infrastructure with respect to regional conditions.

Keywords: agglomeration, settlement, migration, urbanization, retrospective

For citation: Smolina, O.O., Nikolaeva, A.V. Spatial Development of Novosibirsk Agglomeration: Urbanization and its Impact on Socio-Economic Processes. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 57–71. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-57-71>. EDN: PLPVNH

Введение

В рамках настоящего исследования проведен комплексный анализ крупнейшей агломерации Сибири – Новосибирской. Особое внимание уделено оценке систем расселения в хронологическом интервале с 1950 г. по настоящее время. Новосибирская агломерация, охватывающая более 2/3 населения Новосибирской области, отличается высоким уровнем урбанизации и значительной плотностью населения. Благоприятные социально-экономические условия и многообразие возможностей способствуют активному миграционному притоку в Новосибирск, а также постоянным трудовым перемещениям внутри региона. Основная цель исследования – всестороннее изучение данного объекта с учетом различных аспектов в ретроспективе и выявление факторов, ограничивающих его более динамичное развитие.

Актуальность исследования обосновывается необходимостью изучения агломерационных процессов и поиска путей устойчивого развития территории на примере Новосибирской агломерации, т. к. она является крупнейшим сибирским центром с высокой плотностью населения и благоприятными социально-экономи-

ческими условиями, что позволяет считать ее точкой притяжения населения для жителей периферийной зоны. Отмечается недостаточная изученность Новосибирской агломерации в социально-экономических и экологических аспектах, чем и подтверждается важность исследования. Полученные научные и научно-технические результаты соответствуют приоритетам научно-технологического развития РФ, определенным Стратегией научно-технологического развития РФ¹. Они также согласуются с приоритетными направлениями научно-технологического развития и перечнем важнейших наукоемких технологий².

Новизна исследования. Анализ агломерационных процессов на примере Новосибирской агломерации в хронологических границах 1950–2025 гг. позволил выявить закономерности взаимодействия ядра и спутников в социально-экономической и экологической сферах. Полученные результаты могут послужить основой для доработки стратегий развития и повышения качества жизни в населенных пунктах.

Цель работы: изучение Новосибирской агломерации (ядра и спутников) в хронологических границах (1950–2025 гг.) по степени урбанизации с оценкой экономического и экологического каркаса. Результаты анализа будут использованы в дальнейшем исследовании авторов, направленном на изучение воздействия пространственного развития агломерации на жизненный цикл малых и средних городов.

Задачи исследования:

1. Изучить темпы урбанизации Новосибирской агломерации (1950–2025 гг.) с выявлением положительных и отрицательных факторов.
2. Проанализировать экономическое развитие агломерации, выявить влияние ядра на спутники.
3. Провести анализ экологической ткани центра и спутников, оценить влияние степени урбанизации на планировочную структуру населенного пункта и экологический каркас.

Данное исследование охватывает такие критерии, как уровень урбанизации, развитость инфраструктуры в экономической и экологической сферах, схемы застройки и площади зеленых пространств.

Основу методологии составили историко-генетический, композиционно-пространственный, функциональный, картографический и математико-статистический анализы.

Материалы и методы исследования. В исследовании использованы статистические данные за 1950–2025 гг., включающие демографические показатели и оценку уровня урбанизации в Новосибирской области и ее муниципалитетах.

Картографические материалы послужили основой для следующих целей:

- сопоставления карт в хронологических границах с целью определения направлений развития;

¹ О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 // Президент России: [сайт]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 11.10.2025).

² Об утверждении приоритетных направлений технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий: указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 // Президент России: [сайт]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50755> (дата обращения: 11.10.2025).

– анализа промышленной деятельности (на основе данных о занятости для выявления «точек роста»);

– изучения схемы застройки и экологического каркаса (через анализ карт – с оценкой влияния городской планировки на экологическое состояние территории).

Для выявления областей роста и стагнации уровня урбанизации, а также зон экономической активности применен GIS-анализ.

Результаты исследования позволят разработать эффективные решения для устранения пространственного неравенства и повышения устойчивости развития Новосибирской агломерации.

Уровень урбанизации и его влияние на социально-экономические процессы

Новосибирская агломерация располагается в Западной Сибири. Официальное создание территориального образования произошло в 2012 г. для обеспечения устойчивого и сбалансированного развития территории. Ядром моноцентрической агломерации является Новосибирск, спутниками – Искитим, Бердск, Кольцово, Краснообск, Обь. За период с 1950 г. по настоящее время состав агломерации изменялся: как добавлялись, так и исчезали населенные пункты. В территориальном образовании существуют следующие демографические проблемы: миграционные процессы, высокий уровень смертности, депопуляция населенных пунктов.

Для правильной оценки развития городской жизни, определения степени доступности городской среды и планирования развития территории необходимо знать процент урбанизации. На данный показатель влияют следующие факторы: климатические условия, уровень развития социальной инфраструктуры, демографические показатели, миграционные процессы и т. д.

Новосибирской области присущ резко континентальный климат – короткое лето и продолжительная зима. Согласно прогнозу социально-экономического развития³, в регионе планируется построить 179 объектов социальной инфраструктуры: образовательные, медицинские, спортивные и культурные учреждения. Отдельным направлением является строительство жилья для льготной категории граждан. Данные меры приняты в связи с перегруженностью социальных объектов, повышенным трафиком дорог и коммунальных инфраструктур. Также в области отмечается превышение среднероссийского уровня бедности, высокая стоимость жилья, рост конкуренции за квалифицированные кадры (это может повлечь миграцию населения в другие регионы), а также плохое качество и медленное развитие социальных и транспортных инфраструктур. Демография в регионе показывает неудовлетворительные результаты: демографическая тенденция увеличения доли пожилого населения, низкий уровень рождаемости. По данным федеральных служб, за первые два месяца 2025 г. в области наблюдается миграционный отток с территории: количество выбывших составило 6398 чел. Несмотря на такие показатели, Новосибирская область относится к регионам

³ О прогнозе социально-экономического развития Новосибирской области на 2025 год и плановый период 2026 и 2027 годов: Распоряжение от 21 октября 2024 г. № 535-рп. URL: <https://clck.ru/3RoZ7L> (дата обращения: 01.07.2025).

с явной урбанизацией: удельный вес городского населения – 79,8 %, что выше по всей стране, относительно Сибирского федерального округа показатели – 75,1 %. В табл. 1 приведен уровень урбанизации по Новосибирской области в период с 1959 по 2024 г.

Таблица 1

**Показатели урбанизации в Новосибирской области за 1959–2024 гг.
(автор А.В. Николаева)**

Table 1

Urbanization parameters for the Novosibirsk region for 1959–2024

Год	Показатель			
	Общая численность	Городское население	Сельское население	Процент урбанизации
1959	2 289 953	1 264 580	1 025 373	55,2
1970	2 500 060	1 630 380	869 680	65,2
1980	2 620 130	1 867 999	75131	71,3
1990	2 742 075	2 039 952	702 123	74,4
2000	2 725 499	2 034 077	691 422	74,6
2010	2 661 594	2 047 971	613 623	76,9
2020	2 812 152	2 234 711	577 441	79,5
2024	2 789 532	2 225 442	564 090	79,8

По данным табл. 1 можно заключить, что за 20 лет доля городского населения увеличилась в 1,5 раза, после 1980-х гг. рост шел медленнее.

В табл. 2 приведены показатели городского и сельского населения для рабочих поселков и поселков городского типа муниципальных районов, на основе которых можно делать вывод о степени урбанизации в целом по территории (рис. 1). На 2024 г. наименее урбанизированными являются Кольванский, Мошковский и Коченевский районы, а также периферия Новосибирского, лидирует с большим количеством городского населения Искитимский район.

Таблица 2

**Показатели урбанизации муниципальных районов
Новосибирской агломерации за 1959–2024 гг. (автор А.В. Николаева)**

Table 2

**Urbanization parameters for the municipal districts
of the Novosibirsk agglomeration for 1959–2024**

Населенный пункт	1950 г.		1990-е гг.		2024 г.	
	Городское население, %	Сельское население, %	Городское население, %	Сельское население, %	Городское население, %	Сельское население, %
Р. п. Краснообск	–	–	0,1	99,9	0,1	99,9
Р. п. Линево	–	–	27,6	72,4	30,16	69,84
Р. п. Мошково	–	–	–	–	25,94	74,06

Окончание табл. 2
End of table 2

Населенный пункт	1950 г.		1990-е гг.		2024 г.	
	Городское население, %	Сельское население, %	Городское население, %	Сельское население, %	Городское население, %	Сельское население, %
Р. п. Станционно-Ояшинский	–	–	–	–	10,32	89,68
Р. п. Коченево	–	–	–	–	36,13	83,67
Р. п. Чик	–	–	10,84	89,16	11,08	89,92
П. г. т. Ордынское	–	–	–	–	28,11	71,89
Г. Тогучин	–	–	–	–	38,2	61,8
Р. п. Горный	–	–	–	–	16,8	83,2
П. г. т. Колывань	–	–	55	45	56	44

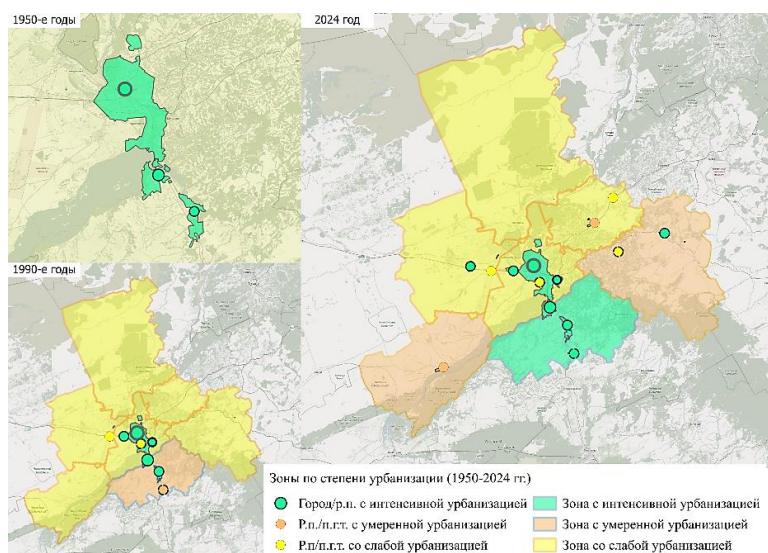


Рис. 1. Хронологическая карта Новосибирской агломерации с указанием зон по степени урбанизации 1950–2024 гг. (автор А.В. Николаева)

Fig. 1. Chronological map of Novosibirsk agglomeration with indication of zones by degree of urbanization in 1950–2024. (Author A.V. Nikolaeva)

Исходя из рис. 1 можно сделать вывод о том, что в Новосибирской агломерации процесс увеличения численности городского населения протекает медленно.

Высокий уровень урбанизации несет в себе как положительные, так и отрицательные последствия.

К числу положительных аспектов относится рост образовательного и научного потенциала: р. п. Кольцово и новосибирский Академгородок выступают в роли наукоградов в составе агломерации. Кроме того, отмечается раз-

витие инфраструктуры в городе-ядре: строятся новые мосты для снижения дорожного трафика, расширяется сеть метрополитена – в 2025 г. открыта станция «Спортивная», а также планируется продление существующих веток. Еще одним плюсом становится расширение спектра товаров и услуг, что, в свою очередь, способствует экономическому росту региона.

Вместе с тем урбанизация порождает ряд серьезных проблем. В частности, в Бердске, Куйбышеве и Оби наблюдаются значительные экологические трудности, вызванные высокими уровнями загрязнения из-за промышленных выбросов, а также неудовлетворительным состоянием малых рек. В социальной сфере выделяются такие негативные явления, как расслоение населения и высокая стоимость жилого фонда. На окраинах городов фиксируется низкий уровень предоставляемых услуг и ощущается дефицит образовательных и медицинских учреждений.

Особую озабоченность вызывает влияние миграционных процессов: отток населения из сел в города подрывает аграрную деятельность региона. К тому же чрезмерная концентрация экономического развития в одном населенном пункте способна привести к деградации остальных территорий и в перспективе – к их опустошению.

Далее рассмотрим интенсивность пространственных связей в Новосибирской агломерации. В данные показатели входит анализ экономической, экологической сферы. Для агломерации характерна ориентация на инновационное и наукоемкое производство. К ведущим отраслям промышленной деятельности относятся: машиностроение, металлообработка, электроэнергетика, пищевая промышленность и цветная металлургия.

Промышленные центры находятся в городах-спутниках: Бердск, Искитим и Обь. Кольцово и Краснообск представляют центры научного потенциала. На рис. 2–4 представлены в ретроспективе схемы развития промышленной деятельности, перспективные направления в агломерации. Промышленность агломерации трансформировалась из машиностроительной отрасли в современный технологический кластер, что повлекло за собой появление наукоградов, где, в свою очередь, прилегающие территории переориентировались на снабжение мегаполиса сельхозпродукцией, пищевой отраслью и стали частью логистики.

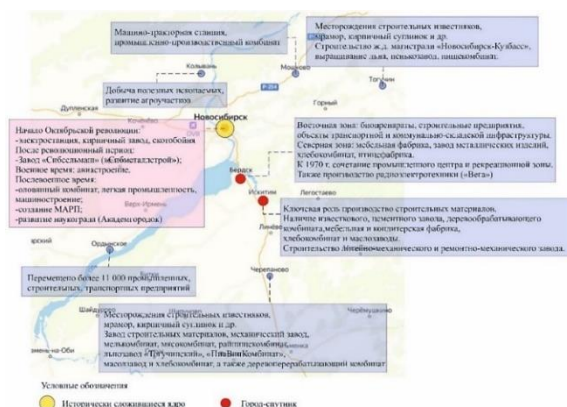


Рис. 2. Схема развития промышленной деятельности 1950-х гг. (автор А.В. Николаева)
Fig. 2. Industrial activity development in the 1950s

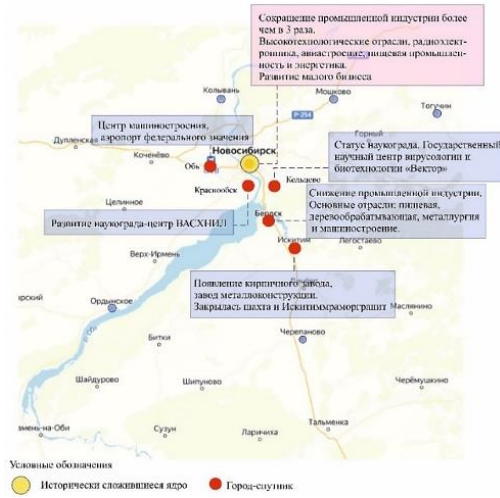


Рис. 3. Схема развития промышленной деятельности 1990-х гг. (автор А.В. Николаева)

Fig. 3. Industrial activity development in the 1990s

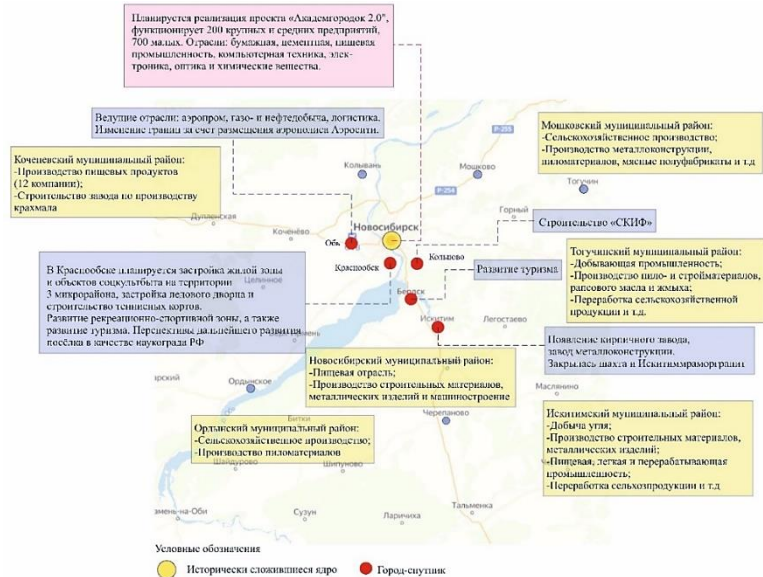


Рис. 4. Схема развития промышленной деятельности 2023 г. (автор А.В. Николаева)

Fig. 4. Industrial activity development in 2023

Согласно исследованиям влияния агломерационного фактора на развитие муниципалитетов [1], концентрация промышленной деятельности составляет более 80 %, объем отгруженной продукции – более 90 %, а всей продукции – более 95 %. На 2023 г. по Новосибирску уровень безработицы составлял 0,41 % от численности трудоспособного населения [2], а область заняла 65-е место по уровню безработицы во II квартале – 2,9 %, на поиск работы гражданин тратит около 3,7 мес. Данные показатели негативно влияют на рынок труда, т. к. наблюда-

ется дефицит кадров, из-за этого происходит рост издержек, медленно восстанавливается экономика, уровень жизни населения снижается и пропадает необходимость внедрять новые технологии на предприятия. Исходя из исследований Российского информационного агентства [3], Новосибирская область заняла 29-е место среди регионов страны по показателям высокой заработной платы. По области всего 26,9 % населения получают зарплату выше среднего уровня по стране. Такие данные указывают на то, что область подтверждает тренды сибирских регионов: северные территории привлекают высококвалифицированных специалистов за счет развития нефтегазовой отрасли, в то время как другие регионы вынуждены повышать уровень заработной платы для сохранения конкурентоспособности на рынке труда.

Важную роль играет плотность застройки населенного пункта. Чем выше данный показатель, тем меньше становится биоразнообразие, происходит нарушение естественных экосистемных процессов: увеличивается площадной процент покрытия земляного слоя непроницаемыми субстратами, что приводит, как было отмечено ранее, к эффекту «теплового острова», происходит загрязнение почвы и водоемов и т. п. Рассмотрим коэффициент плотности застройки в ядре агломерации и спутниках (рис. 5, 6).

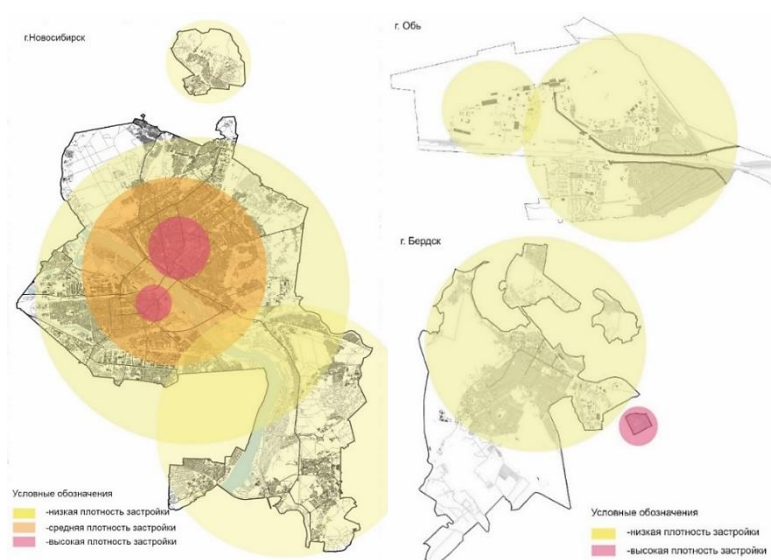


Рис. 5. Схема плотности застройки в ядре агломерации – г. Новосибирске, спутниках агломерации – г. Оби и г. Бердске (автор А.В. Николаева)

Fig. 5. Housing density in the agglomeration core of Novosibirsk, Ob and Berdsk satellites

На схеме (рис. 5) видно, что в г. Новосибирске более плотная застройка характерна для центральной части города, на окраинах располагаются просторные микрорайоны. Левобережье считается спальным районом, и данная территория имеет низкую плотность застройки, т. к. она в основном застроена индивидуальным жильем и дуплексами с большой площадью участка. Стоит отметить, что из-за высокого коэффициента застройки на правобережье в будние

дни возникает транспортный коллапс, особенно перед мостами через р. Обь, а также проблемы с парковочными местами и системой общественного транспорта [4], поскольку до кварталов, расположенных на периферии города, сложно добраться из-за недостатка транспортных маршрутов.

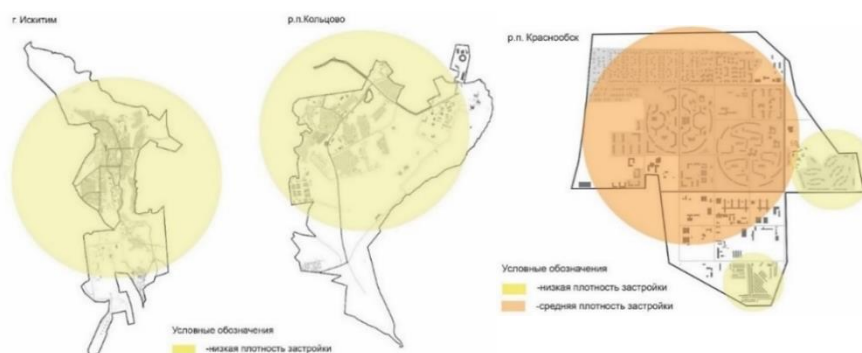


Рис. 6. Схема плотности застройки в спутниках агломерации – г. Искитиме, р. п. Кольцово, р. п. Краснообске (автор А.В. Николаева)

Fig. 6. Housing density in Iskitim, Koltsovo, Krasnoobsk workers' villages-satellites

Большая перегруженность образовательных учреждений для детей дошкольного и школьного возраста обусловлена тем, что социальная инфраструктура не была рассчитана на такую нагрузку. Кроме того, страдает внешний облик районов. Разнообразие архитектурных стилей зданий, наличие частных секторов и масштабная хаотичная застройка не создают единого ансамбля – из-за этого город выглядит разрозненно. Ситуация усугубляется ухудшением экологической обстановки: в городе недостаточно «зеленых» зон [5].

Внешний вид населенного пункта также портят переизбыток афиш, визуальный шум от коммерческих вывесок и многочисленные парковочные места. В 2023 г. в Новосибирске были приняты требования по соблюдению архитектурно-градостроительного облика (АГО). На данный момент работы ведутся в историческом центре – осуществляется упорядочивание фасадов, а также затрагиваются главные магистрали, Академгородок и Железнодорожный район⁴. В дальнейшем планируется взять под контроль внешний облик застройки прибрежных территорий и сохранить уникальность застройки 1950–60-х гг. рядом с промышленными зонами.

В спутниках агломерации (рис. 5, 6) наблюдается низкая плотность застройки – за исключением Краснообска.

Причины этого разные для каждого населенного пункта:

- Искитим: низкая плотность застройки обусловлена особенностями рельефа и отложенным спросом на жилье;
- Бердск: город окружен водой с трех сторон, а значительная часть земель находится в частной собственности; согласно правилам землепользования

⁴ О Правилах землепользования и застройки города Новосибирска: решение о внесении изменений в решение Совета депутатов города Новосибирска от 24.06.2009 г. № 1288. URL: <https://clck.ru/3RoZPm> (дата обращения: 10.07.2025).

и застройки, большая часть территории отнесена к зонам «зеленых» общественных пространств;

- Обь: на низкую плотность застройки влияют природные факторы, а также необходимость сохранения промышленных предприятий;
- Кольцово: ключевую роль играют природные особенности территории;
- Краснообск: изначально населенный пункт планировался как научный центр, а не как полноценный город, что предопределило иную градостроительную логику.

Архитектурный облик наукоградов подчиняется второй волне модернизма времен СССР. В Новосибирском Академгородке застройка проводилась типовыми жилыми домами, но при этом сформировалась удобная городская среда путем микрорайонирования, на сегодняшний день в Академгородке определяется дизайн-код. В Краснообске планировка происходила с учетом климатических условий, что привело к появлению замкнутых пространств [6, 7].

Экологическая обстановка региона важна для поддержания качества жизни населения, сохранения природного каркаса и обеспечения устойчивого развития. Данная сфера влияет на следующие аспекты: здоровье – загрязнение воздуха, почвы, шумовое воздействие, ограниченное количество «зеленых» зон; экономику – внедрение экологических видов транспортной инфраструктуры и технологий; туризм – сохранение природных зон, развитие экологического туризма.

На рис. 7 представлен природный каркас ядра и спутников агломерации, где явно видно, что все «зеленые» пространства подчиняются городской планировке, большинство из них находится на окраине населенного пункта. Больше всего пространств с зелеными насаждениями интегрировано в городскую ткань Искитима и Оби. Из-за уплотнения застройки и большой площади асфальтовых покрытий в городах возникает эффект «теплового острова», повышающий локальную температуру населенного пункта.

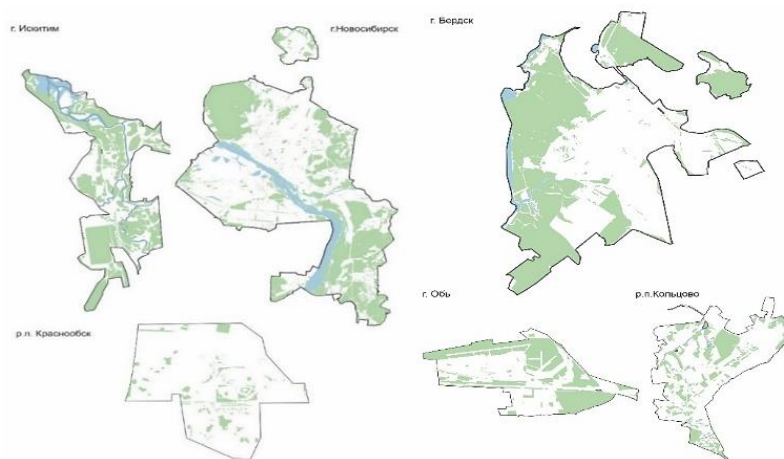


Рис. 7. Схема природного каркаса городов и рабочих поселков Новосибирской агломерации (автор А.В. Николаева)

Fig. 7. Natural framework of cities and working settlements of the Novosybirskaya agglomeration

В соответствии с показателями индекса качества городской среды [8], г. Обь занимает лидирующие позиции среди городов агломерации по уровню озелененных пространств. В 2024 г. этому критерию в оценке качества городской среды был присвоен 41 балл. Для сравнения: в Новосибирске показатель составил 35 баллов, а в Бердске и Искитиме – 29 баллов.

Низкие показатели озелененности в этих городах обусловлены несколькими факторами. Многие территории переводятся под жилую застройку, что сокращает площадь «зеленых» зон. Одновременно возникают сложности в уходе за существующими насаждениями и отсутствует возможность их своевременной замены на новые саженцы. Кроме того, негативное влияние оказывает высокий уровень антропогенных выбросов на территории городов. Аналогичные проблемы наблюдаются и в рабочих поселках агломерации.

Согласно исследованиям А.С. Лавровой и Н.В. Дегтяревой [9], самая распространенная экологическая проблема в Новосибирской области – загрязнение воздуха, обусловленное большим объемом выбросов вредных веществ в атмосферу от промышленных предприятий и автотранспорта. В последнее время в Новосибирске наблюдается увеличение выбросов, загрязняющих атмосферу из-за стационарных источников, расположенных в Ленинском и Кировском районах⁵. Данные районы считаются промышленной и логистической частью города, что обусловлено их историческим развитием. Ленинский район сформировался вокруг завода «Сибкомбайн», где также расположены крупнейшие заводы: ПО «Сибсельмаш», металлургический завод им. Кузьмина, завод низковольтной аппаратуры и др. [10]. Кировский район стал местом эвакуации промышленных предприятия в период Великой Отечественной войны. На сегодняшний день район считается индустриальным центром города, т. к. включает в себя 33 крупных и средних предприятия [11]. Важную роль также играют метеорологические условия для рассеивания примесей: Новосибирск и Искитим географически расположены в зоне высокого загрязнения атмосферы.

В агломерации также наблюдается загрязнение поверхностных и грунтовых вод: Новосибирского водохранилища, малых рек. Основным источником загрязнения являются жилищно-коммунальные хозяйства, объекты энергетики и т. д. [8, 12].

Химическое загрязнение почвы происходит под воздействием техногенных и хозяйственных факторов. Исходя из исследования Д.В. Логиновой [13], состояние почвы в Новосибирске оценивается как умеренно опасное по суммарному показателю загрязнения земельного слоя по содержанию ряда металлов. На экологическую составляющую также влияет отсутствие организованной мусоросортировки и мусоропереработки твердых коммунальных отходов в регионе [14].

Заключение

В данном исследовании были рассмотрены следующие критерии пространственного развития территории: уровень урбанизации, развитость инфра-

⁵ О состоянии и об охране окружающей среды в Новосибирской области в 2023 году: государственный доклад // Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области. URL: <https://clck.ru/3RoUUh> (дата обращения: 11.11.2025).

структуры в экономической и экологической сфере, схемы застройки и площади «зеленых» пространств. Подытожим каждый рассмотренный параметр.

1. Новосибирская агломерация является моноцентрической (ядро – г. Новосибирск) и демонстрирует положительную линию тренда урбанизации: доля городского населения увеличилась в 1,5 раза за исследуемый временной промежуток, данные результаты превышают показатели урбанизации по стране. На территории также просматриваются отрицательные показатели в виде миграционного оттока, недоступности жилого фонда, неравенства в развитии населенных единиц, а также экологических рисков.

2. В Новосибирской агломерации ставится упор на инновационное и наукоемкое производство: Бердск, Искитим, Обь – промышленные центры, а Кольцово и Краснообск – наукограды. Несмотря на развитую промышленную деятельность, в регионе наблюдается дефицит кадров, небольшой процент населения получает заработную плату выше среднего уровня по стране.

3. Высокая плотность застройки в ядре провоцирует такие проблемы, как транспортный коллапс, дефицит парковок и высокая нагрузка на социальную инфраструктуру, эффект «теплового острова», сокращение «зеленых» пространств и биоразнообразия, загрязнение воды, воздуха и почвы (индекс качества среды по экологии: Новосибирск – 35 баллов). В спутниках агломерации процент застройки ниже, что снижает нагрузку на экологическую составляющую, лучшая оценка в благоустройстве города зелеными насаждениями у г. Оби. Для повышения качества городской среды в Новосибирске разработан документ, в котором говорится о приведении ряда улиц к единому архитектурному облику, однако для достижения данной цели понадобится большое количество времени.

Исходя из результатов можно предположить, что дальнейшее пространственное развитие движется в нескольких направлениях.

1. Полицентрический баланс: создание собственной экономической базы в субъектах агломерации с целью снижения темпов миграционного оттока.

2. Ориентированность на увеличение «зеленого» каркаса – внедрение современных и эффективных способов озеленения в городах с сибирским климатом: компенсация зеленых покрытий при застройке, развитие экологичного транспорта, редевелопмент промышленных территорий.

3. Устойчивое развитие социальной инфраструктуры и экономики – планировка города должна прийти к модели 15-минутного города с достаточным количеством необходимых социальных объектов, доступным жилым фондом.

Устойчивое развитие агломерации должно быть комплексным и сбалансированным, учитывающим экономические особенности субъектов, социальное и экологическое состояние населенных пунктов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дружинин, П.В., Морошкина, М.В., Седова, К.Е. Влияние агломерационного фактора на развитие муниципальных образований Новосибирской области // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2025. Т. 18. № 1. С. 121–134. <https://doi.org/10.15838/esc.2025.1.97.7>. EDN: НХРВQV
2. Иванова, И.К. Рынок труда в Новосибирске // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2023. № 7 (73). С. 54–59.

3. *Новосибирская область* заняла 29-е место в рейтинге регионов с высокой зарплатой // Комсомольская правда : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3RoZBD> (дата обращения: 10.07.2025).
4. Дьячкова, П.А., Мосиенко, Н.Л. Анализ маятниковых миграций в городской агломерации: социологические опросы и большие данные // Мир экономики и управления. 2021. Т. 21. № 4. С. 205–228. <https://doi.org/10.25205/2542-0429-2021-21-4-205-228>
5. Ермолаева, Я.И., Кошечкина, А.С., Шульгина, В.С. Архитектурно-пространственная эволюция прибрежной территории города Новосибирска в границах улицы Добролюбова и створа Бугринского моста // Труды НГАСУ. 2024. Т. 27. № 3 (93). С. 70–84. <https://doi.org/10.32683/1815-5987-2024-27-93-3-70-84>
6. Гамалей, А.А. Дизайн как инструмент территориального брендинга наукоградов Новосибирской агломерации // Творчество и современность. 2021. № 1 (14). С. 31–33.
7. Косинова, Е.В. Архитектура второй волны модернизма на примере наукоградов Новосибирской агломерации // Баландинские чтения. 2020. №1. С. 215–220. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2020-10026>
8. *Индекс качества городской среды* : [сайт]. URL: <https://индекс-городов.рф/#/> (дата обращения: 10.07.2025).
9. Лаврова, А.С., Дегтярева, Н.В. Проблема экологического развития Новосибирской области // Сборник материалов VII национальной научно-практической конференции с международным участием. В 3 частях. Часть 2. Новосибирск : СГУГиТ, 2024. С. 128–133. <https://doi.org/10.33764/2687-041X-2024-2-123-128>
10. *Ленинский* // Новосибирская областная специальная библиотека для незрячих и слабовидящих : [сайт]. URL: <https://nosb.nso.ru/page/329> (дата обращения: 01.08.2025).
11. *История района* // Муниципальное бюджетное учреждение культуры города Новосибирска «Централизованная библиотечная система Кировского района» : [сайт]. URL: <https://cbsmakarenko.ru/regional-studies/> (дата обращения: 01.08.2025).
12. Креймер, М.А., Кужельная, П.В. Геоэкологическая оценка изменений водопользования в процессе урбанизации Новосибирской агломерации // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2008. № 2. С. 69–73.
13. Логинов, Д.В. Оценка загрязнения почв города Новосибирска под воздействием антропогенных факторов // Вестник науки. 2024. № 6 (75). С. 2141–2145.
14. *Левобережный полигон* в Новосибирске перестал принимать часть мусора // ТАСС : [сайт]. URL: <https://tass.ru/obschestvo/24990519> (дата обращения: 01.08.2025).

REFERENCES

1. Druzhinin, P.V., Moroshkina, M.V., Sedova, K.E. Influence of Agglomeration Factor on Urban Development in the Novosibirsk Region. *Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz.* 2025; 18(1), 121–134. <https://doi.org/10.15838/esc.2025.1.97.7>. EDN: HXPVQV (In Russian)
2. Ivanova, I.K. The Labor Market in Novosibirsk. *Innovatsionnaya ehkonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya.* 2023; 7(73) 54–59. (In Russian)
3. Novosibirsk region took the 29th place in the ranking of regions with high salaries. *Komsomolskaya Pravda.* Available: <https://clck.ru/3RoZBD> (accessed July 10, 2025) (In Russian)
4. Dyachkova, P.A., Mosienko, N.L. Analysis of Pendulum Migrations in an Urban Agglomeration: Sociological Surveys and Big Data. *Mir ehkonomiki i upravleniya.* 2021; 21(4): 205–228. <https://doi.org/10.25205/2542-0429-2021-21-4-205-228> (In Russian)
5. Ermolaeva, Ya.I., Koshechkin, A.S., Shulgina, V.S. Architectural and Spatial Evolution of Coastal Territory in the City of Novosibirsk within the Boundaries of Dobrolyubova Street and the Bugrinsky Bridge. *Trudy NGASU.* 2024; 27(3): 70–84. <https://doi.org/10.32683/1815-5987-2024-27-93-3-70-84> (In Russian)
6. Gamaley, A.A. Design as a Tool for Territorial Branding of Science Cities in the Novosibirsk Agglomeration. *Tvorchestvo i sovremennost'.* 2021; 1(14): 31–33. (In Russian)
7. Kosinova, E.V. Architecture of the Second Wave of Modernism: The Case of Science Cities in the Novosibirsk Agglomeration. In: *Coll. Papers in memory of S.N. Balandin 'Balandin Readings'.* 2020; (1): 215–220. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2020-10026> (In Russian)

8. Urban environment quality index. Available: <https://index-gorodov.rf/#/> (accessed July 10, 2025). (In Russian)
9. Lavrova, A.S., Degtyareva, N.V. Ecological Development of the Novosibirsk Region. In: *Proc. 7th National Sci. Conf. in 3 parts. Part 2*. Novosibirsk, 2024. Pp. 128–133. <https://doi.org/10.33764/2687-041X-2024-2-123-128> (In Russian)
10. Leninskii. Harmful substances have accumulated in the air in three districts of Novosibirsk. Available: <https://nosb.nso.ru/page/329> (accessed July 4, 2025). (In Russian)
11. History of the district. Centralized library system of the Kirovsky district. Available: <https://cbsmakarenko.ru/regional-studies/> (accessed July 12, 2025). (In Russian)
12. Kreimer M.A., Kuzhelnaya P.V. Geoecological Assessment of Changes in Water Use in the Process of Urbanization of the Novosibirsk Agglomeration. *Interehkspo Geo-Sibir'*. 2008; (2): 69–73. (In Russian)
13. Loginov, D.V. Soil Pollution in Novosibirsk due to Anthropogenic Factors. *Vestnik nauki*. 2024; 6(75): 2141–2145 (In Russian)
14. Left bank landfill in Novosibirsk has stopped accepting some of the garbage. Available: <https://tass.ru/obschestvo/24990519> (accessed July 1, 2025). (In Russian)

Сведения об авторах

Смолина Олеся Олеговна, канд. архитектуры, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, o.smolina@sibstrin.ru

Николаева Анна Владимировна, магистрант, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, a.nikolayeva@sibstrin.ru

Authors Details

Olesya O. Smolina, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineer-ing, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, o.smolina@sibstrin.ru

Anna V. Nikolaeva, Graduate Student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineer-ing, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, a.nikolayeva@sibstrin.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.12.2025
Одобрена после рецензирования 05.03.2026
Принята к публикации 05.03.2026

Submitted for publication 06.12.2025
Approved after review 05.03.2026
Accepted for publication 05.03.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 72–86.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 72–86.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.3(09)(571.12)"18/19"

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-72-86>

EDN: PDAJBD

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ТОБОЛЬСКОЙ ГУБЕРНИИ В XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКА

Екатерина Игоревна Волынец

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена научной и историко-архитектурной ценностью до сих пор не изученных территорий сельской местности бывшей Тобольской губернии.

Целью работы является определение месторасположения исторической застройки на сельских территориях Тобольской губернии, выявление их типа и морфологии застройки, а также особенностей расположения зданий относительно местности и друг друга.

Методы исследования включают в себя натурные обследования, анализ исторической нормативной документации (Строительный устав) и составление исторических опорных схем на основе топографической съемки.

Новизна работы заключается в том, что впервые предлагается анализ планировочной структуры сел и деревень Тобольской губернии с точки зрения расположения и морфологии застройки конкретных поселений.

Результаты. Выявлены типы поселений по градостроительному формированию (приречные, приозерные, притрактовые) и четыре основные системы морфологии застройки (линейная, веерная, квартальная, радиальная). Установлено, что морфологию чаще всего определял ландшафт. Подтверждено влияние Строительного устава (1857, 1881, 1900 гг.) на формирование застройки: нормы регулировали планировку, расстояния между домами, высоту зданий, ширину улиц и наличие торговых площадей – преимущественно в целях противопожарной безопасности.

Ключевые слова: историческая застройка, Тобольская губерния, сельская местность, XIX – начало XX в.

Для цитирования: Волынец, Е.И. Формирование планировочной структуры сельских поселений Тобольской губернии в XIX – начале XX века // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 72–86. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-72-86>. EDN: PDAJBD

ORIGINAL ARTICLE

FORMATION OF RURAL SETTLEMENTS IN TOBOLSK PROVINCE IN THE 19th AND EARLY 20th CENTURIES**Ekaterina I. Volynets***Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

Abstract. The article analyzes the planning structure of rural settlements in the Tobolsk province.

Purpose: The purpose of the work is to determine the location of historical buildings in rural areas of the Tobolsk province, their type and building morphology.

Methodology: Field surveys, analysis of historical normative documentation (Building code) and compilation of historical reference points based on topographic surveys.

Research findings: The identification of settlement types is based on the urban layout (riverine, lakeside and near-road) and four main systems (linear, fan-shaped, quarter and radial) of the building morphology. It is found that the morphology is often determined by the landscape. The influence of the Building code (1857, 1881, 1900) on the the built environment is confirmed. Regulations govern the layout, distances between houses, their height, street width, and the presence of commercial spaces, primarily for the purpose of fire safety.

Originality: For the first time, the analysis is given to the planning structure of villages of the Tobolsk province in terms of the location and morphology of building specific settlements.

Keywords: historical buildings, Tobolsk province, rural area, 19–20th centuries

For citation: Volynets, E.I. Formation of Rural Settlements in Tobolsk Province in the 19th and Early 20th Centuries. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 72–86. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-72-86>. EDN: PDAJBD

Введение

Впервые о планировании сибирских деревень писал Е.А. Ащепков в книге «Русское народное зодчество в Западной Сибири», он разделил сельские поселения на три типа: деревни-«гнезда», деревни у больших дорог и трактов и деревни у больших рек и озер [1]. Позднее регулирование застройки и планировочные структуры рассматривались в обобщающих трудах Е.И. Кириченко, П.П. Кайгородовой, Б.И. Оглы и др. [2–4]. Социальное развитие, численность, способы образования и заселение населенных пунктов Тобольской губернии XIX – начала XX в. изучала А.И. Татарникова [5]. Государственное регулирование застройки в рассматриваемый период времени изучали Т.В. Манонина и И.Г. Пирожкова [6, 7]. Систему расселения на юге Тобольской губернии, в том числе типы поселений, анализировали А.И. Клименко и Е.И. Вольнец в рамках проекта «Архитектурный образ региона» [8].

Актуальность определяется малым числом научных исследований на территории, представляющей ценность с точки зрения истории, архитектуры и градостроительства, что подтверждается наличием объектов культурного наследия в изучаемой местности.

Регулирование застройки в сельской местности началось еще в 1722 г., тогда, 7 августа, вышел Первый именной указ о перепланировке деревень, в первую очередь это касалось окрестностей Санкт-Петербурга и Москвы [2].

Государственное регулирование в Тобольской губернии началось только в первой половине XIX в. и было направлено на переустройство городской местности [3, 4, 6, 9].

Регулирование застройки в начале XVIII в. предполагало не только градостроительные требования к поселениям, но и модификацию архитектурно-планировочных решений, которые предусматривали, во-первых, изменение конструктивных решений, а именно использование стекла и замену самцовой кровли на стропильную конструкцию, во-вторых, – введение нового типа жилого дома – многоквартирного [2]. На сельских территориях Тобольской губернии применялся только вариант с изменением конструктивных решений и проявился лишь к началу XIX в. Доходные многоквартирные жилые дома появились в Тобольской губернии только в городской местности и только к концу XIX – началу XX в., это было связано с «городовыми» реформами 1870 и 1892 гг. [7].

Регулирование застройки в сельской местности, в том числе Тобольской губернии, прописано в седьмом разделе первой главы «О строениях в селениях» Строительного устава 1900 г. [10]. Прописанные правила в первую очередь касаются противопожарных требований. В третьем разделе установлено: «Планы на устройство селений составляются Уездными Земскими Управами по соглашению с местными Земскими Начальниками», они утверждаются губернатором. Планирование селений в случаях организации нового поселения или восстановления старого «после опустошительного пожара и т. п.» [Там же].

Целью настоящей работы является определение историко-культурного каркаса застройки сельских поселений, анализ их планировочной структуры и морфологии застройки.

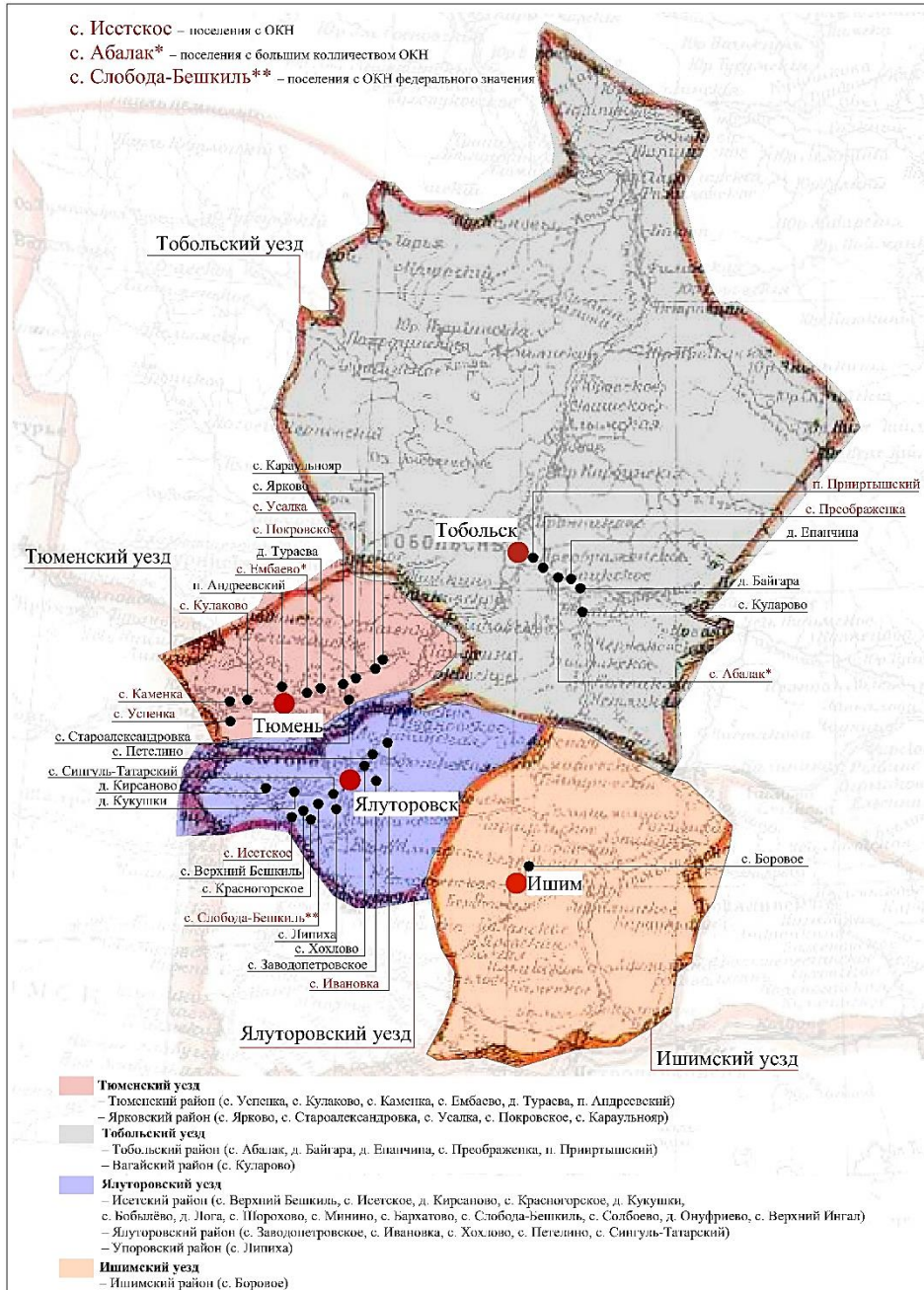
Материалы и методы исследования. Для проведения анализа исторической застройки сельских поселений в первую очередь были организованы выездные экспедиции в села и деревни бывшей Тобольской губернии для натурных исследований, фотофиксации и оценки состояния исторической застройки. Далее составлялись опорные схемы планов поселений с использованием топографической съемки местности. Благодаря перечню объектов культурного наследия, опубликованному на официальном портале органов государственной власти Тюменской области, стало возможным обозначить полный список памятников архитектуры, расположенных на исследуемых территориях [11].

Результаты

К началу XIX в. Тобольская губерния делилась на 4 уезда: Тобольский, Тюменский, Ялуторовский и Ишимский [4] (рисунок).

В сельской местности Тобольской губернии на сегодняшний день зафиксировано более 30 объектов культурного наследия, в том числе памятник федерального значения в Исетском районе (Ялуторовский уезд) в с. Слобода-Бешкиль – Христорождественская церковь 1850 г. [11], табл. 1, 2. Также объекты культурного наследия расположены в Тюменском, Ярковетском, Ялуторовском, Исетском и Тобольском районах. Наибольшее количество памятников архитектуры отмечено в Тобольском районе (Тобольский уезд), в с. Абалак, а именно ансамбль Абалакского монастыря 1851 г. Кроме того, натурные обследования

показали, что на территориях сел и деревень сохранилась рядовая историческая застройка, преимущественно деревянная, жилая.



Карта юга Тобольской губернии с обозначением поселений
 Map of the south of Tobolsk province with settlements

Таблица 1

**Объекты культурного наследия в сельской местности
Тобольской губернии (Исетский, Ялуторовский и Тобольский районы)**

Table 1

**Cultural heritage sites in rural areas of the Tobolsk province
(Isetskii, Yalutorovskii and Tobol'skii regions)**































ОКН федерального значения			
Исетский район, с. Слобода-Бешкиль			
			
Христорождественская церковь. 1850 г.			
ОКН регионального значения			
Ялуторовский район, с. Ивановка	Исетский район, с. Верхнебешкиль		
			
Усадьба Гаювых, ул. Большая, 24	ул. Советская, 25	ул. Советская, 45	ул. Советская, 57
Тобольский район			
п. Прииртышский		с. Преображенка	
			
Ивановский монастырь XVIII в.		Преображенская церковь 1773-1813 гг.	
с. Абалак. Ансамбль Абалакского монастыря			
			
Знамская церковь. Церковь Мария Египетской	Никольская церковь	Дом Настоятеля	
			
Братский корпус 1	Братский корпус 2	Экономический корпус	

Таблица 2

Объекты культурного наследия в сельской местности
Тобольской губернии (Ярковский, Тюменский районы)

Table 2

Cultural heritage sites in rural areas of the Tobolsk province
(Yarkovskii, Tyumenskii regions)

ОКН регионального значения				
Ярковский район				
с. Покровское		с. Усалка		
				
ул. Советская, 99		Дом Паршуковых, ул. Советская, 37 Дом Лосева – Паршуковых, ул. Советская, 72		
Тюменский район				
с. Успенка		с. Кулаково		с. Каменка
				
Успенская церковь 1878 г.		Свято-Николаевская церковь		Покровская церковь 1825 г.
с. Ембаево. Ансамбль Большой мечети 1884–1888 гг.				
				
Мечеть 1874 г.	Большая мечеть	Медресе	Библиотека	Гостиница
с. Кулаково		с. Успенка		
				
Школа-усадьба Н.М. Чукмалдина, ул. Семёновых 103 (103а)		Лавка Пушниковых, ул. Московский тракт, 37		
с. Ембаево		с. Каменка	с. Успенка	
				
Дом Кармынакова-Сайдуглова, ул. Советская, 108	Ирбитская, 59	Дом Пушникова, ул. Московский тракт, 41	Дом Пушникова, ул. Московский тракт, 39	

Сельские поселения формировались по стратегически важным торговым или почтовым путям (при трактах или водоемах) и подразделялись на три типа: приречные, приозерные и притрактовые. Последний тип предполагал, что поселение было сформировано вблизи тракта (например, Москва – Тобольск), но это не исключало наличие водоема на его территории [12, 13]. Расположение поселений вблизи водоемов подтверждается в Строительном уставе 1857 г., во втором отделении первой главы: «...селения же, устраиваемые при речках, протоках и ручьях, располагать по одну, или обе стороны оных, с наблюдением возможной правильности», кроме этого, регламентировалось расстояние до водоема в 15 сажень (32 м) для того, чтобы во время разлива не пострадали здания и была возможность организации проезда вдоль водоема [14].

Самые распространенные приречные поселения, например, в Тюменском районе: с. Успенка, с. Каменка, с. Кулаково; в Янковском районе: с. Староалександровка; в Ялуторовском районе: с. Заводопетровское; в Исетском районе: с. Исетское, с. Кирсаново, с. Красново, с. Красногорское, д. Кукушки; в Тобольском районе: с. Абалак, с. Преображенка, д. Епанчина; в Упоровском районе: с. Липиха. В соответствии с пространственной организацией приречные поселения подразделяются на три типа: линейное расположение – поселок формируется вдоль водоема; разделение водоемом – водоем делит территорию поселка на две части; кольцевое расположение – поселок формируется вокруг части водоема [8] (табл. 3–5).

Примеры приозерных поселений в Тюменском районе: с. Ембаево, д. Тураева [8] (табл. 5).

Примеры притрактовых поселений в Тобольском районе: п. Прииртышский; в Ялуторовском районе: с. Ивановка; в Янковском районе: с. Ярково, с. Усалка, с. Покровское; в Исетском районе: с. Бобылёво; в Ишимском районе: с. Боровое [8] (табл. 3–5).

Морфология застройки в сельской местности Тобольской губернии представлена несколькими типами: линейная, веерная, квартальная и радиальная.

В Строительном уставе регулировалось расположение улиц: «При расположении селений наблюдать, чтобы они были устраиваемы, смотря по месторасположению и удобствам, в одну, две и более линиями или квадратами...» [14, с. 98]. Отсюда появляется линейная и квартальная системы застройки, а веерная и радиальная – их модификация, продиктованная естественным ландшафтом.

Самая распространенная система застройки линейная. Например, д. Епанчина Тобольского района сформирована вдоль р. Сипитрыски и «поворачивает» вдоль р. Иртыш. Также в Тобольском районе вдоль р. Иртыш расположилось с. Преображенка (табл. 3). Оба поселения приречные.

В Тюменской области с. Кулаково расположено возле р. Туры, ее приток делит село на две части, причем с одной стороны улицы расположены параллельно притоку, с другой стороны – перпендикулярно. Еще один пример – с. Староалександровка в Янковском районе. Оно расположено перпендикулярно с двух сторон от р. Тобол. В с. Кукушки Исетского района застройка расположена параллельно р. Бешкильки, так же как и в с. Липиха Упоровского района вдоль р. Горлянки (табл. 3).

Таблица 3
 Планировочные схемы линейной системы застройки поселений
 Тобольской губернии

Table 3
 Layout plans for the linear settlement system in the Tobolsk province

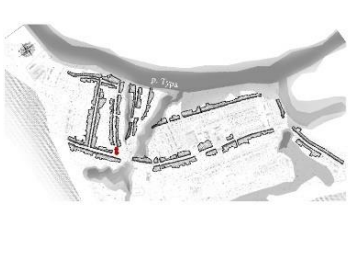



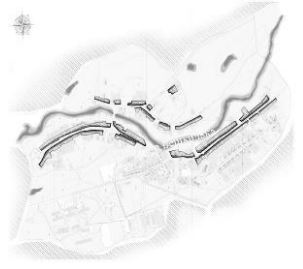



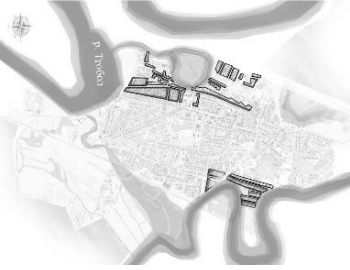


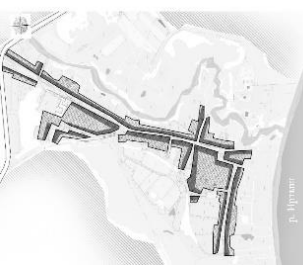



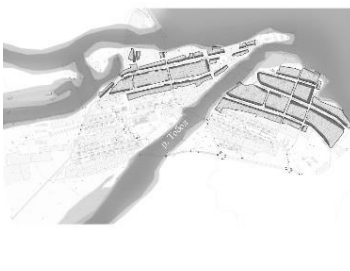











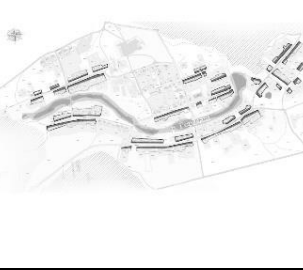






Линейная система	
  ул. Семеновых, 37  ул. Семеновых, 30  ул. Семеновых, 118	  ул. Тюменская, 12  ул. Первомайская, 14  ул. Первомайская, 35
Тюменский район, с. Кулаково	Исетский район, д. Кукушки
  ул. Ленина, 16  ул. Ленина, 61	  ул. Музилова, 28  ул. Чупова, 6  ул. Музилова, 56
Ярковский район, с. Ярково	Тобольский район, д. Епанчина
  ул. Луговая, 30  ул. Декабристов, 29  ул. Декабристов, 15	  ул. Кедровая, 2  ул. Кедровая, 4  ул. Кедровая, 13
Ярковский район, с. Староалександровка	Тобольский район, с. Преображенка
  ул. Большая, 20  ул. Малая, 3  ул. Комаровка, 40	  ул. Заречная, 15  ул. Заречная, 16  ул. Слободы, 29
Ялutorovskiy район, с. Ивановка	Упоровский район, с. Липиха
 Водоем  Жилая историческая застройка  Памятник архитектуры	

Таблица 4

Планировочные схемы веерной системы застройки поселений
Тобольской губернии

Table 4

Planning diagrams of the fan-shaped settlement system in the Tobolsk province


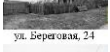






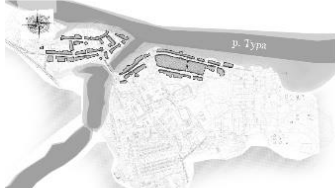






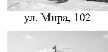










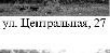































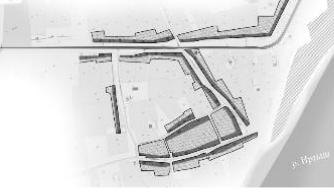



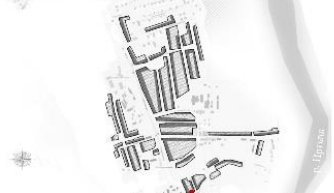




Веерная система	
  ул. Береговая, 24  ул. Береговая, 15  ул. Береговая, 3	  ул. Карова, 70  ул. Октябрьская, 1  ул. Калинина, 21
<p>Тюменский район, с. Успенка</p>   ул. Ирбитская, 47  ул. Ирбитская, 69  ул. Ирбитская, 3	<p>Исетский район, с. Исетское</p>   ул. Мира, 73  ул. Мира, 102  ул. Мира, 97
<p>Тюменский район, с. Каменка</p>   ул. Советская, 30  ул. Советская, 68  ул. Советская, 42	<p>Исетский район, с. Красново</p>   ул. Советская, 60, Дом Мошениных  ул. Береговая, 39  ул. Береговая, 56
<p>Ярковский район, с. Усалка</p>   ул. Центральная, 27  ул. Солнечная, 6	<p>Исетский район, с. Бобылево</p>    
<p>Ишимский район, с. Боровое</p>	<p>Ярковский район, с. Покровское</p>
<p>  Водоем  Жилая историческая застройка  Памятник архитектуры </p>	

Таблица 5

Планировочные схемы квартальной и радиальной систем застройки поселений Тобольской губернии

Table 5

Planning diagrams of the quarter and radial settlement development systems in the Tobolsk province

Квартальная система	Радиальная система
  ул. Советская, 11  ул. Советская, 66.  ул. Советская, 86.	  ул. Советская, 20  ул. Советская, 4  ул. Советская, 26.
Тюменский район, с. Ембаево	Исетский район, с. Верхнебешкиль
  ул. Республики, 58  ул. Ленина, 3  ул. Ленина, 31.	  ул. Привокзальная, 34  ул. Привокзальная, 20  ул. Привокзальная, 22.
Ялуторовский район, с. Заводопетровское	Исетский район, с. Кирсаново
  ул. Октябрьская, 61  ул. Пермская, 35  ул. Садовая, 12.	  ул. Екатериновна, 1а  ул. Центральная, 74  ул. Центральная, 3.
Тобольский район, с. Абалак	Исетский район, с. Красногоское
  ул. Бергоская, 10  ул. Джалгиска, 7  ул. Трактовая, 15.	  Ивановский монастырь XVIII в. (11)
Тобольский район, с. Байгара	Тобольский район, п. Прииртышский
 Водоем  Жилая историческая застройка  Памятник архитектуры	

Линейную структуру имеет д. Тураева в Тюменском районе, сформированная вдоль о. Старица (табл. 2, 5). Также линейная структура прослеживается в притрактовом поселении Ивановка в Ялуторовском районе, в непосредственной близости находится р. Тобол (табл. 3).

В приречных поселениях Исетского района выявлена веерная структура застройки: с. Красново расположено вдоль р. Бешкили, а с. Исетское – вдоль р. Исети. В Тюменском районе с. Успенка также сформировалось вдоль р. Кармак. Особый случай – с. Каменка: р. Каменка делит его на две части, что обусловило формирование выраженной веерной системы планировки (табл. 4).

В притрактовых поселениях также обнаружена застройка с веерной структурой, например: с. Усалка и с. Покровское в Ярковском районе, с. Бобылёво в Исетском районе и с. Боровое в Ишимском районе (табл. 4).

Менее распространена квартальная система застройки – в приречных поселениях обнаружена в с. Абалак и с. Байгара Тобольского района. В с. Заводопетровское Ялуторовского района река делит его на две части. Ярво выраженная квартальная система – в приозерном с. Ембаево Тюменского района (табл. 5).

Радиальная система застройки встречается в приречных поселениях Исетского района в с. Кирсаново (поселение вдоль водоема), с. Верхний Бешкиль и с. Красногорском (водоем разделяет поселение на две части). Также радиальная система обнаружена в сухопутном п. Прииртышском Тобольского района (табл. 5).

В Строительном уставе регламентируется расположение площадей, размеры дворов и расположение церквей. Торговые площади допускалось делать в «многолюдных селениях», размер двора рекомендовалось делать на 14 сажень в длину и 6 в ширину (приблизительно 30×13 м). Церкви предлагалось строить на площадях, определяя к этому приличное место, но с оговоркой, что если невозможно организовать площадь для церкви, то строить вдоль широкой улицы и с расстоянием до других построек в 20 сажень (30 м). Пример расположения церкви в «приличном» месте – в с. Абалак Тобольского района, там расположился ансамбль Абалакского монастыря, организована большая площадь в центре поселения на «видовом» месте – высоком берегу р. Иртыш [15].

Исследование показало, что самый распространенный тип поселения – приречный – 64 %, из них 32 % сел расположено вдоль реки, 28 % водоем делит на 2 части и 4 % населенных пункта расположено вокруг водоема. Менее распространенный, 28 %, – притрактовые поселения. Наименьшее количество сел и деревень расположено вблизи озера – 8 %.

С точки зрения морфологии поселений самые распространенные типы застройки – линейная (36 %) и веерная (32 %). Менее распространены, по 16 %, – квартальная и радиальная системы. В табл. 6 представлена типология планировочной структуры.

Заключение

В результате исследования изучено 24 сельских поселения Тобольской губернии в Тобольском уезде (Тобольский и Вагайский районы), в Тюменском уезде (Тюменский и Ярковский районы), в Ялуторовском уезде (Исетский, Ялуторовский, Упоровский районы), в Ишимском уезде (Ишимский район). На се-

годняшний день они частично сохранили историческую застройку, а в некоторых из них обнаружены здания, обладающие признаками культурного наследия (с. Каменка, с. Кулаково, с. Ембаево, д. Тураева, с. Староалександровка, с. Усалка, с. Заводопетровское, с. Исетское, д. Кукушки, с. Бобылёво, с. Липиха).

Таблица 6

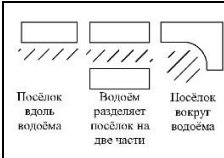






Типология планировочной структуры застройки сел
Тобольской губернии

Table 6

Typology of the planning structure of in Tobolsk province settlements

		Типология поселений (система)			
		 Линейная	 Веерная	 Квартальная	 Радиальная
Типология поселений (расположение)					
Реки, 64 %	 Посёлок вдоль водоема, 32 %	с. Епанчина, Тобольский район	с. Красново, Исетский район	с. Абалак, Тобольский район	с. Кирсаново, Исетский район
		с. Преображенка, Тобольский район	с. Исетское, Исетский район	с. Байгара, Тобольский район	–
		–	с. Успенка, Тюменский район	–	–
	 Водоем разде- ляет по- селок на две части, 28 %	с. Кулаково, Тюменский район	с. Каменка, Тюменский район	с. Заводопет- ровское, Ялуторовский район	–
		с. Староалексан- дровка, Ярковский район	–	–	с. Верхний Бешкиль, Исетский район
		с. Кукушки, Исетский район	–	–	–
		с. Липиха, Упоровский район	–	–	–
	 Посёлок вокруг части водоема 4 %	–	–	–	с. Красногор- ское, Исетский район

Окончание табл. 6
End of table 6

 Типология поселений (расположение)		Типология поселений (система)			
		 Линейная	 Веерная	 Квартальная	 Радиальная
Озера, 8 %	 Поселок вдоль водоема 8 %	с. Тураева, Тюменский район	–	с. Ембаево, Тюменский район	–
Тракты, 28 %	 Поселок вдоль водоема/тракта, 28 %	с. Ивановка, Ялуторовский район	с. Усалка, Ярковский район	–	п. Прииртышский, Тобольский район
		с. Ярково, Ярковский район	с. Бобылёво, Исетский район	–	–
		–	с. Покровское, Ярковский район	–	–
		–	с. Боровое, Ишимский район	–	–
Итого		36 %	32 %	16 %	16 %

С точки зрения сохранности архитектуры поселений многие здания находятся в полуразрушенном состоянии. Кроме того, на сегодняшний день сохранилось малое количество объектов рядовой исторической застройки. Большая часть из них уже безвозвратно утрачена: в отличие от городской местности не представляется возможным изучение утраченных зданий ввиду отсутствия исторической фотофиксации в сельской местности. Относительно хорошо сохранились объекты культурного наследия.

Изученные территории сельской местности строились по законам, прописанным в Строительном уставе, основные требования были определены в документе 1857 г., в последующих изданиях (1881 г. и 1906 г.) они уточнялись, но существенно не менялись, в основном регулировалась ответственность за неисполнение требований и ужесточался контроль [10, 14, 15].

Результаты исследования имеют научную и практическую значимость:

– расширяют знания об истории развития и архитектуре сельских поселений Тобольской губернии;

- служат основой для разработки мероприятий по реставрации и реконструкции историко-архитектурного наследия;
- способствуют постановке на государственный учет объектов, обладающих признаками культурного наследия;
- могут быть использованы при проектировании туристических маршрутов;
- представляют ценность для смежных научных дисциплин.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Ащепков, Е.А.* Русское народное зодчество в Западной Сибири. Москва : Изд-во Академии архитектуры СССР, 1950. 140 с.
2. *Кириченко, Е.И., Михайлова, М.Б., Хайт, В.Л., Щёболева, Е.Г.* Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. Книга вторая. Москва : Прогресс-Традиция, 2003. 564 с.
3. *Кайдагородова, П.П.* Анализ градостроительного законодательства Российской империи XIX – начала XX века // Молодой ученый. 2022. № 13 (408). С. 276–278. EDN: ALXAVL
4. *Оглы, Б.И.* Формирование центров крупных сибирских городов. Градостроительные и социально-культурные аспекты. Новосибирск : Новосибирский университет, 1999. 169 с.
5. *Татарникова, А.И.* Населенные пункты Тобольской губернии: административный и самовольный способы образования и особенности развития во второй половине XIX – начале XX вв. // Genesis: исторические исследования. 2019. № 1. С. 17–27. DOI: 10.25136/2409-868X.2019.1.28630
6. *Манонина, Т.В.* Государственное регулирование застройки городов России в XIX – начале XX века: на примере Западной Сибири : специальность 07.00.10 «История науки и техники» : диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук / Манонина Татьяна Николаевна. Томск, 2011. 355 с.
7. *Пирожкова, И.Г.* История строительного законодательства Российской империи. Москва : Канон-Плюс, 2008. 288 с.
8. *Клименко, А.И., Волынец, Е.И.* Система расселения на юге Тобольской губернии во второй половине XIX в. // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития-2019 : материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 20–21 апреля 2019 г. Том II. Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. С. 41–46. EDN: RYLBGO
9. *Пермиловская, А.Б.* Народная архитектура Русского Севера в пространстве современной культуры // Человек. Культура. Образование. 2013. № 2. С. 17–26. EDN: RUCGWH
10. *Шрамченко, М.* Устав Строительный. Издание десятое. Санкт-Петербург : Н.К. Мартынова, 1911. 440 с.
11. *Официальный портал* органов государственной власти Тюменской области : [сайт]. URL: https://admtumen.ru/ogv_ru/society/culture/object.htm (дата обращения: 11.11.2025).
12. *Буцинский, П.Н.* Заселение Сибири и быт ее первых насельников. Тюмень : Изд.-во Ю. Мандрика, 1999. 327 с.
13. *Тверской, Л.М.* Русское градостроительство до конца XVII века. Планировка и застройка русских городов. Москва ; Ленинград : Государственное изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1953. 216 с.
14. *Свод законов Российской Империи.* Том двенадцатый. Санкт-Петербург : Типография Второго Отделения Собственной Его Императорского Величества Канцелярии, 1857. 664 с.
15. *Устав Строительный.* Издание третье. Санкт-Петербург : Типография К.К. Ретгера, 1881. 438 с.

REFERENCES

1. *Ashchepkov, E.A.* Russian Folk Architecture in Western Siberia. Moscow, 1950. 140 p. (In Russian)
2. *Kirichenko, E.I., Mikhailova, M.B., Khait, V.L., Shcheboleva, E.G.* Russian Urban Planning Art. Urban Development in Russia in the 19th and Early 20th Centuries. Book 2. Moscow: Progress-Traditsiya, 2003. 564 p. (In Russian)

3. *Kaidagorodova, P.P.* Analysis of Urban Planning Legislation of the Russian Empire in the 19th and Early 20th Centuries. *Molodoi uchenyi*. 2022; 13(408): 276–278. (In Russian)
4. *Ogly, B.I.* Formation of Large Siberian City Centers. Urban Development and Sociocultural Aspects. Novosibirsk, 1999. 169 p. (In Russian)
5. *Tatarnikova, A.I.* Settlements of the Tobolsk province: Administrative and unauthorized methods of education and development features in the 19–20th centuries. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/naselennye-punkty-tobolskoy-gubernii-administrativnyy-i-samovolnyy-sposoby-obrazovaniya-i-osobennosti-razvitiya-vo-vtoroy-pолоvine-xix/viewer> (In Russian)
6. *Manonina, T.V.* State regulation of urban development in Russia in the 19–20th centuries: The case of Western Siberia. Available: www.disscat.com/content/gosudarstvennoe-regulirovanie-zastroiki-gorodov-rossii-v-xix-nachale-xx-veka (In Russian)
7. *Pirozhkova, I.G.* History of Construction Legislation of the Russian Empire. Moscow: Kanon Plus, 2008. 288 p. (In Russian)
8. *Klimenko, A.I., Volynets, E.I.* Settlement System in the South of Tobolsk Province in the 19–20th Centuries. In: *Proc. Int. Sci. Conf.*, vol. 2. Tyumen, 2019. Pp. 41–46. EDN: RYLBGO (In Russian)
9. *Permilovskaya, A.B.* Folk Architecture of the Russian North in Modern Culture. *Chelovek. Kul'tura. Obrazovanie*. 2013; (2): 17–26. EDN: RUCGWH (In Russian)
10. *Shramchenko, M.* Building code. 10th edn. Saint-Petersburg, 1911, 440 p. (In Russian)
11. Official site of government bodies of the Tyumen region. Available: https://admtumen.ru/ogv_ru/society/culture/object.htm (accessed November 11, 2025). (In Russian)
12. *Butsinsky, P.N.* Development of Siberia and Life of its First Inhabitants. Tyumen. 1999. 327 p. (In Russian)
13. *Tverskoy, L.M.* Russian Urban Development to the End of the 17th Century. Planning and Development of Russian Cities. Moscow, Leningrad: Stroiizdat, 1953. 216 p. (In Russian)
14. Code of Laws of the Russian Empire, vol. 12. Saint-Petersburg, Printing House of the Second Section of His Imperial Majesty's Chancellery. 1857. 664 p. (In Russian)
15. Building code. 3rd edn. Saint-Petersburg: K.K. Retger Publ. 1881. 438 p. (In Russian)

Сведения об авторе

Вольнец Екатерина Игоревна, доцент, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, volynetsei@tyuiu.ru

Authors Details

Ekaterina I. Volynets, A/Professor, Industrial University of Tyumen, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, volynetsei@tyuiu.ru

Статья поступила в редакцию 09.12.2025
 Одобрена после рецензирования 13.02.2026
 Принята к публикации 19.03.2026

Submitted for publication 09.12.2025
 Approved after review 13.02.2026
 Accepted for publication 19.03.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 87–104.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 87–104.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 66.013.512

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-87-104>

EDN: JNRWNU

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЖИЛОЙ МОДУЛЬ ВРЕМЕННОГО ПРЕБЫВАНИЯ ДЛЯ АРКТИКИ. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Алексей Евгеньевич Токарев

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Аннотация. *Актуальность.* Арктика – регион, требующий особого подхода к проектированию и строительству. Освоение Арктики, связанное с добычей полезных ископаемых, научными исследованиями, а также развитием туризма, закономерно ведет к необходимости создания комфортных и безопасных условий для проживания и работы людей.

В этой связи возникает потребность в разработке и строительстве производственно-жилых модулей временного пребывания (ПЖМВП). Однако отсутствие специализированной нормативной базы в виде сводов правил (СП) и государственных стандартов (ГОСТ) для архитектурного проектирования таких модулей создает серьезные проблемы проектировщикам.

Цель статьи – предложить основные разделы специализированного СП для архитектурного проектирования производственно-жилого модуля временного пребывания в Арктической зоне, обеспечивающие комфортные и безопасные условия проживания, эффективную производственную деятельность и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Методы. Для достижения поставленной цели использованы следующие методы: синтез и анализ научной и нормативной литературы, описательный, структурно-функциональный, системный методы, метод социокультурной рефлексии.

Результаты. В рамках данного исследования были определены ключевые разделы специализированного свода правил, предназначенного для комплексного архитектурного проектирования производственно-жилых модулей, используемых для временного пребывания в суровых условиях Арктической зоны.

Ключевые слова: производственно-жилой модуль временного пребывания, нормы проектирования, быстровозводимое, мобильное здание, Арктика

Для цитирования: Токарев, А.Е. Производственно-жилой модуль временного пребывания для Арктики. Актуальные проблемы и перспективные решения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 87–104. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-87-104>. EDN: JNRWNU

ORIGINAL ARTICLE

**TEMPORARY INDUSTRIAL AND RESIDENTIAL MODULE
IN THE ARCTIC. RELEVANT PROBLEMS
AND PROMISING SOLUTIONS****Aleksey E. Tokarev***Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

Abstract. The Arctic is a region requiring a special approach to design and construction. The Arctic development associated with the mineral extraction, scientific research, and tourism development, naturally leads to the need to create comfortable and safe living and working conditions. This necessitates the development and construction of temporary industrial and residential modules in the Arctic. However, a lack of basic building codes and regulations for design of such modules creates significant challenges for designers.

Purpose: The purpose of this article is to propose the main sections of building codes and regulations for the architectural design of industrial and residential modules in the Arctic, ensuring comfortable and safe living conditions, efficient production activity, and minimizing negative environmental impacts.

Methodology: The synthesis and analysis of scientific and regulatory documents, descriptive, structural-functional, and systemic methods, sociocultural reflection.

Research findings: This study identifies key sections of building codes and regulations for the integrated architectural design of temporary industrial and residential modules in harsh conditions of the Arctic.

Keywords: temporary industrial and residential module, design rules, pre-fabricated relocatable building, the Arctic

For citation: Tokarev, A.E. Temporary Industrial and Residential Module in the Arctic. Relevant Problems and Promising Solutions. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2026; 28 (2): 87–104. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-87-104>. EDN: JNRWNU

Введение

В последовательном становлении экономики России и дальнейшем развитии страны Арктика приобретает стратегический статус. По результатам разведывательных экспедиций XX в. весомая часть минерально-сырьевой базы полезных ископаемых сосредоточена в Арктике, которая является мировым лидером по добыче никеля, кобальта, меди, платиносодержащих металлов, углеводородного сырья нефти и газа, алмазов.

По прогнозу академика И.С. Грамберга, арктический шельф и окраины Северного Ледовитого океана содержат стратегический запас ресурсов – более 110 млрд т условного топлива, что обеспечивает минерально-сырьевую безопасность России.

Обсуждения

Развитие и освоение арктических просторов, объединение усилий по сдерживанию климатических изменений актуально для всего мирового сообщества, что подтверждается подписанием Парижского соглашения от 12 декабря 2015 г. представителями 175 стран.

Вследствие роста концентрации парниковых газов 2015–2025 гг. стали самыми теплыми за всю историю наблюдений. Зафиксированы рекордные значения температуры поверхности, повышение уровня моря и уменьшение протяженности антарктического морского льда. По данным из доклада ВМО следует, что температура повысилась примерно на 1,5 °С по сравнению с температурой до индустриального периода (1850–1900 гг.). Изменение погодных условий приводит к гибели животного и растительного мира, техногенным разрушениям. По данным ООН, лидером по вредным выбросам в атмосферу являются США, за ними – КНР и Евросоюз [1, 2].

26 октября 2023 г. Владимир Путин утвердил Климатическую доктрину Российской Федерации, содержащую 70 пунктов.

Architecture 2030¹ и Американский институт архитекторов предложили план действий по созданию антропогенной среды, чтобы выполнить цель Парижского соглашения по ограничению повышения глобальной средней температуры на 1,5 °С. «Хотя законодательные приоритеты, изложенные в плане действий по борьбе с изменением климата, в случае их принятия обернутся смелыми действиями и реальными сдвигами в архитектурной и строительной практике, нам необходимо ускорить их – сейчас» – из открытого письма-обращения Эдварда Мазрии.²

Перечислим следующие пункты плана, в большей степени касающиеся нашего исследования:

- достижение нулевых выбросов от производства электроэнергии к 2040 г.;
- принятие кода с нулевым уровнем выбросов на основе использования возобновляемой энергии, разработанного Architecture 2030 и представлено AIA IECC в 2021 г.;
- увеличение финансирования лесной службы для дальнейшего содействия использованию массивной древесины в строительстве коммерческих зданий;
- применение стратегий для сокращения выбросов углерода в строительном секторе, включая повторное использование существующих материалов;
- использование материалов с меньшим уровнем выбросов углерода в строительстве (ЕС3);
- расширение налоговых льгот и уменьшение вычетов для повышения энергоэффективности коммерческих зданий, использующих солнечную энергию.

По сводкам МЧС и Минприроды РФ, число природных катастроф с 2010 по 2020 г. увеличилось почти в четыре раза, ущерб от опасных гидрометеорологических явлений составил от 30 до 60 млрд руб.

В результате ощутимых колебаний температуры потепление в Арктическом регионе происходит гораздо быстрее. В процессе поступления именно ат-

¹ Некоммерческая организация Architecture 2030, основатель и генеральный директор – Эдвард Мазрия – всемирно признанный архитектор, писатель, исследователь и педагог. За последние четыре десятилетия его плодотворные исследования устойчивости энергопотребления и выбросов парниковых газов в искусственной среде изменили роль архитектуры, планирования, дизайна и строительства в понимании нашего мира.

² Commentary: If We Act Together Now, We Change the World // Architectural Record. URL: <https://www.architecturalrecord.com/articles/15274-commentary-if-we-act-together-now-we-change-the-world> (дата обращения: 21.02.2026).

мосферного тепла, океан дает только 5 %, приводит к сокращению ледяного покрова арктических морей. Поэтому изменение атмосферной температуры непосредственно связано с неустойчивостью площади арктических льдов. Причиной парникового эффекта, по мнению ученых³, является хозяйственная деятельность, сжигание нефти, газа и угля. Нарушение криосферы вызывает изменения равновесия во всей экологической системе региона [3].

Изучение, анализ научно-теоретических исследований и публикаций по проблемам освоения Крайнего Севера и Арктики. Вопросы социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации достаточно широко обсуждаются и в научном сообществе. Актуальность данной проблемы отчетливо прослеживается в исследованиях и научных работах следующих российских авторов: Н.Б. Седовой, Н.Ю. Замятина, Е.К. Николаевой, Ю.С. Янковской, В.С. Широкова, А.Ф. Нуриева, Т.П. Шишулиной, Н.В. Балашовой, Я.А. Корнеевой, М.В. Винницкого, Н.М. Дементьевой, А.А. Казак, А.Ф. Еремеевой, О.В. Воличенко, А.Б. Новикова [4–18].

Исторически освоение Российской Арктики, начавшееся в 1930-е гг. с Норильска и Воркуты и достигшее пика в 1960–1980-е гг. с открытием гигантских нефтегазовых месторождений, носило характер создания изолированных промышленных анклавов. Эти моногорода, связанные с «большой землей» лишь транспортными нитками, стали источниками колоссального локального экологического ущерба и социальной уязвимости.

Будущее арктических городов-баз заключается не в выполнении функции «придатков к месторождениям», а в их трансформации в полноценные центры по генерации уникальных арктических знаний, технологий и услуг. Ключевым условием такой трансформации является формирование современной, адаптивной и комфортной среды для жизни и деятельности. Примером реализации этого подхода служит разработка теоретических моделей, в частности, административно-жилых комплексов (АЖК) для военных баз.

Современные тенденции указывают на переход от капитального строительства к высокотехнологичным, модульным и быстровозводимым комплексам – своего рода арктическим коворкингам, обладающим максимальной автономностью, энергоэффективностью и способностью к адаптации. Однако технологические решения – лишь инструмент. Их высшая цель, особенно в гражданском секторе, сформулирована в передовых исследованиях по арктическому градостроительству и урбанистике – не просто освоить территорию, а закрепить человеческий капитал. Это требует комплексного подхода на всех масштабных уровнях от планирования территорий до организации жилой среды.

Существующие исследования фокусируются на трансформации экономики, технологическом прогрессе в строительстве и антропоцентричном градостроительстве, формируют необходимый, но недостаточный каркас для подлинно устойчивого развития Арктики. За рамками остается круг глубинных проблем, которые способны стать критическими точками сбоя для любого, даже самого прогрессивного плана.

³ Всемирная программа исследования климата (ВПИК). Эксперты отмечают, что в период между 2010 и 2020 г. наблюдался самый мощный рост выбросов парниковых газов за последние 30 лет.

1. Демографический коллапс – старение населения и тотальный отток молодежи, для которой комфортный быт является лишь одним из факторов, но не главным мотиватором остаться. Существует риск консервации модели высокого заработка при низких социальных и культурных запросах. Глубокий социокультурный разлом между пришлым вахтовым населением, городскими старожилами и коренными малочисленными народами порождает атомизированное общество. Наконец, остается вне фокуса психологическое неблагополучие, вызванное экстремальной изоляцией и полярной ночью, требующее не просто архитектурных, а комплексных медико-социальных механизмов поддержки.

2. Накопленный экологический ущерб советской и постсоветской эпохи представляет собой мину замедленного действия, требующую астрономических затрат на ликвидацию. Изменение климата выступает не как инженерный вызов для фундаментов. Таяние мерзлоты меняет ландшафты и пути миграции животных, угрожает традиционному укладу коренных малочисленных народов и высвобождает неизвестные патогены. При этом сохраняется фундаментальное противоречие между «зеленой» риторикой и сырьевой логикой освоения, где планы по добыче и экспорту часто перевешивают хрупкие экологические стандарты.

3. Планы по созданию высокотехнологичных модульных комплексов находятся в прямой зависимости от импорта технологий и компонентов, что делает их уязвимыми в условиях санкционного давления. Экономика будущих арктических хабов может быть подавлена монополизмом государственных корпораций, которые не оставят пространства для независимого малого и среднего бизнеса – основы живой городской экономики. Вся модель освоения и развития территории зависит от хрупкости длинных логистических нитей – Северного морского пути и системы северного завоза, чей сбой по любой причине парализует жизнеобеспечение анклавов.

4. Инвестиции в инфраструктуру ведутся в условиях неопределенности международно-правового статуса ключевых арктических пространств, включая шельф и транспортные маршруты. Стратегии развития нередко игнорируют интересы коренных малочисленных народов как равноправных партнеров, формально упоминая их, но на практике отодвигая права на традиционное природопользование и культурную автономию как препятствие для больших проектов, что чревато глубинными социальными конфликтами и утратой уникального культурного кода территории.

Таким образом, необходима интеграция этих периферийных, но фундаментальных проблем в ядро стратегического развития арктических территорий. Можно возвести идеальный с инженерной точки зрения город, но в нем не сложится сообщество. Можно декларировать центр мировой компетенции, который будет парализован внутренними бюрократическими барьерами. Можно говорить об устойчивом развитии, попутно игнорируя накопленный экологический ущерб. Поэтому подлинно комплексная стратегия должна начинаться не с проектов зданий, а с честной диагностики этих проблем, без решения которых любая архитектурная и градостроительная оптимизация окажется лишь локальным и временным успехом.

Освоение Севера невозможно оптимизировать только за счет инженерных решений. Без глубокой переоценки социальной модели вахтового труда, инвестиций в человеко-ориентированную архитектуру и четкого правового регулирования даже самые совершенные модульные технологии не обеспечат устойчивого развития. Необходимо выйти из рамок узкоотраслевого взгляда к холистическому отношению к проблеме, где улучшение нормативно-технической документации, дизайн и поправки в трудовой кодекс являются взаимосвязанными элементами одной системы.

Решение ключевых проблем освоения Арктики и Крайнего Севера России заключается в синтезе технико-технологических, социально-трудовых и архитектурно-средовых подходов. Поиск эффективных конструктивных и технологических решений для строительства в условиях экстремального дефицита ресурсов возможен через сравнительный анализ международного опыта стандартизации модульного строительства (Китая, США, Канады, стран ЕС) и аудита российской нормативно-технической документации.

При разработке экспериментальной модели модульной жилой системы на первый план выходят критерии адаптивности к климату, функциональной эргономики на ограниченной площади и, что наиболее значимо, культурной интеграции. Это выражается в органичном включении этнических и традиционных элементов в архитектурный облик, что трансформирует модуль из «ящика для проживания» в элемент идентичной и психологически комфортной среды.

На управленческом уровне вахтовые поселки необходимо идентифицировать как особую форму экономического зонирования, требующую отдельного федерального регулирования, усиления контроля и стимулирования работодателей к повышению стандартов. При вахтовом методе работы невозможна полная адаптация персонала, ведущая к ухудшению психического здоровья и падению производительности. Вахта – источник значительных социальных рисков, требующий целенаправленной государственной политики.

Как экономическую перспективу можно рассматривать развитие арктического туризма, но это направление требует нишевых решений: научного, экспедиционного туризма и инвестиций в уникальный сервисный продукт, а не ставок на массовый поток.

Несмотря на комплексность, на наш взгляд, исследования оставляют за своими рамками ряд фундаментальных, часто системных проблем.

Анализ технологий строительства с использованием заранее изготовленных на заводе стандартизированных компонентов и модульности фокусируется на этапах строительства и эксплуатации, но упускает вопросы утилизации и переработки конструкций после завершения их срока службы в условиях Арктики. Накопление неперерабатываемых отходов от массового модульного строительства может создать новую экологическую угрозу.

Кроме того, социальные вопросы концентрируются на условиях труда вахтовиков, но не рассматривают стратегию закрепления постоянного населения. Вне поля зрения остаются механизмы стимулирования семейной миграции, создания образовательных перспектив для детей и формирования устойчивых местных сообществ, не зависящих от вахтового цикла.

Хотя проблема негативных функциональных состояний работников обозначена, предлагаемые решения лежат преимущественно в правовой и инфраструктурной плоскости. Вне внимания остается необходимость создания целостной системы психиатрической, психологической и социальной поддержки, включающей телемедицину, программы реабилитации и профилактики девиантного поведения в изолированных сообществах.

В ряде исследований делается акцент на логистической эффективности поселений, но не оценивается уязвимость всей модели к масштабным сбоям в системе северного завоза или работе Северного морского пути из-за климатических аномалий, ледовой обстановки или политических решений.

Результаты

Анализ проектных решений и реализации для экстремальных климатических условий Арктики

Рассмотрим примеры проектных и реализованных разработок жилых поселений, созданных российскими и зарубежными архитекторами для климатических условий Крайнего Севера. Проанализируем объемно-пространственную, функционально-планировочную организации зданий и застройки. Проекты условно можно разделить на три стадии.

Первая стадия. В 1940–1960-х гг. своими проектами архитекторы и инженеры давали возможность почувствовать романтику Севера, застраивались новые города: Салехард, Мурманск, Воркута, Норильск. Европа и Северная Америка обустроивали свои территории [19].

Перечислим наиболее созвучные нашим задачам проекты:

1. Концептуальный проект застройки К.Д. Халтурина, 1948 г.
2. Проект поселения Frobisher-bay, 4500 жителей, Канада, 1958 г., с 1987 г. возвращено историческое название города – Икалуит. Архитектор Э.А. Гарднер.
3. Проект города за полярным кругом до 10 000 человек, 1961 г. Архитекторы С.П. Одновалов и М.В. Цимбал.
4. Проект города на 4500 жителей при руднике Айхал (Якутия), 1964 г.
5. Шахтерский г. Фермон, Канада, конец 1960-х гг. Архитекторы М. Десноиерс, Н. Шонауэр.

6. Проект дома нового типа, 1970-е гг. Архитекторы А. Шипков, Е. Шипкова.

Вторая стадия. 1960–1980-е гг. Творческое мышление теперь объединяет научные и экономические предпосылки архитектурного проектирования в сочетании с формообразованием западноевропейского модернизма. Рассмотрим наиболее значимые проекты этого периода.

1. Удачный, поселок в Якутской АССР.
2. Проект «Пирамида», 1968 г. Архитекторы А.И. Шипков, Я. Трушиньш.
3. Проект арктического портового поселка на 4000 жителей, 1966 г. Архитекторы В. Танкаян, Э. Вернер, З. Дьяконова.
4. Проект города для крайнего Севера на 45 000 жителей, 1971 г. Архитекторы К. Танге и Ф. Отто.

Третья стадия. В 2000–2020-е гг. проводятся крупные международные конкурсы, предлагаются детализированные архитектурные проекты жилых комплексов. Из всего спектра современных разработок, созданных с примене-

нием передовых инструментов архитектурного проектирования и строительных технологий, мы сфокусировали наш выбор на тех решениях, которые наиболее рельефно формулируют ключевые особенности, значимые именно для нашего исследования освоения Арктики.

1. The Ark Floating Housing – футуристический проект российского архитектора А. Ремизова.

2. Проект «Экогород 2020». Республика Саха-Якутия, г. Мирный, 2009 г. Авторы Н. Лютомский, Ю. Богаевская, Е. Коп, Г. Сандомирский, М. Шишин.

3. Проект полярного города «Умка» на 5000 жителей, 2011 г. Архитектор В. Ржевский.

4. Проект Arctic Harvester («Арктический Комбайн») – плавающая ферма для Гренландии. Архитектор М. Чабани, первый приз в категории «Инновации и архитектура для моря» на Международном конкурсе, организованном Фондом Ж. Ружери в 2013 г.

5. Проект «Ямальская дендрарика», Надым, ЯНАО, 2019 г. Общественное пространство под куполом с положительной температурой воздуха.

6. Станция «Принцесса Елизавета» (Station Princesse Elisabeth) – бельгийская научная полярная исследовательская станция, Земля Королевы Мод. Открыта в 2009 г.

7. Канадская исследовательская станция CHARIS в заливе Кембридж в Нунавуте, 2010 г. Архитектор А. Фурнье.

8. Шведский городской квартал Skärvet Växjö, 2014 г. Проект стокгольмской компании Kjellander + Sjöberg. Архитектор М. Стенквист.

9. Проект Drift House, Северная Канада, 2014 г. Архитектор Н. Бхатия. Группа исследователей и проектировщиков: Т. Бремер, М. Каспер, З. Гленнон, А. Хергенредер, Б. Ли и С. Рамунди.

10. Геодезическая обсерватория Земли в городе Нью-Олесунн на Шпицбергене. По проекту компании LPO arkitekter, Норвегия. Архитектор Арвид Р. Рууд, проектирование и строительство – 2014–2017 гг.

11. «Арктический трилистник» и «Северный клевер» – военные базы Российской Федерации в зоне Арктики.

12. Международная арктическая станция «Снежинка», 2020 г., Ямало-Ненецкий автономный округ, Минобрнауки России и МФТИ.

13. Антарктическая станция Halley VI, 2004–2013, шельфовый ледник Брант. Проект бюро Hugh Broughton Architects и АЕСОМ.

14. Зимовочный комплекс «Восток» – российская антарктическая научная станция, основана 16 декабря 1957 г. Реконструкция и эксплуатация с 2024 г. Проектная документация немецкой компании Ramboll, архитектор Е. Фокина, ОАО «Запсибгазпром».

Выявленные особенности проектных решений и реализаций для концептуального проектирования производственно-жилого модуля временного пребывания (ПЖМВП) для Арктики, сгруппированные по основополагающим требованиям к современной архитектуре модуля [20], необходимо рассматривать через призму сохранения арктической экологии. Результаты анализа представлены в таблице.

Предложенные проекты и построенные объекты имеют свои преимущества и несовершенства.

**Особенности проектных решений и реализаций
Design solutions and implementations**

Требования	Стадия	Особенности
	Энергоэффективность	I
II		Наклонное остекление, уменьшающее отражение солнечного света
III		Солнечные фотоэлектрические панели на южном фасаде для снижения зависимости от традиционных источников; малая площадь ограждающих поверхностей; светодиодные технологии; полупрозрачные панели с изоляцией наногелем
Градостроительные	I	Линейно-крестообразная композиция застройки; радиально-кольцевой тип застройки; внутренние улицы
	II	Дом-стена длиной почти 1,5 км; окна выходят во внутренний двор; штилевая зона – внутренний двор
	III	Этапность строительства; минимизация вмешательства в окружающую среду; учет рельефа; интеграция в природный ландшафт; продуваемость входных групп от снежных заносов и улучшения вентиляции; компактный жилой комплекс; вход обращен на юго-запад при господствующем юго-восточном направлении ветра; блоки для проживания, питания, обучения, штабы; центр управления и координации
Объемно-планировочные	I	Наличие лифтов; переходы на уровне верхнего этажа
	II	Зонирование для жилых, общественных и рекреационных пространств; единый многофункциональный объем; отсутствие тупиковых коммуникаций для удобства перемещения и эвакуации; вариативность планировок жилых пространств; трехкольцевая планировочная структура
	III	Купольная форма; трехъярусная структура: нижний ярус – выращивание сельскохозяйственной продукции, средний ярус – лесопарковая зона; верхний – жилая и общественная зоны; трансформация планировочной структуры по типу МКС; модульность: жилые, общественные и технологические модули, птицефабрика, рыбопитомник; кольцеобразная форма острова-фермы; встроенные, крытые переходы; треугольный атриум в центре главного блока «Северный клевер»
Конструктивные	I	Свайный фундамент; сборно-разборный тип сооружения
	II	Наклонные ограждающие конструкции не скапливают снег; уровень основной несущей платформы выше уровня земли
	III	Центральный конструктивный ствол; модульные сборные конструктивные элементы; несущие элементы выполнены из поперечно-клееной древесины; снег как строительный материал, утеплитель и ограждение; дом состоит из четырех вложенных друг в друга поверхностей из панелей ETFE; постройки приподняты на сваях на метр; наклон фасадов для уменьшения ветровых нагрузок и обеспечения аэродинамики; шаровидная форма для снижения ветровой и снеговой нагрузок; уменьшение площади кровли; мобильность (опоры с полозьями)

Окончание таблицы
End of table

Требования	Стадия	Особенности
	Инженерные	
Социальные	I	Мультифункциональная инфраструктура для жизнедеятельности
	II	Центральное общественное пространство для отдыха и общения
	III	Проживание и научно-исследовательская деятельность от 15 до 10 000 человек; зоны социально-культурного назначения: образовательные, медицинские, развлекательные; дендрарий; прогулочная зона; детская площадка; семейное кафе; возможность проведения исследований флоры и селекции растений; организация досуга молодежи и жителей; целевая аудитория: местное сообщество, туристы, пребывающие на круизных лайнерах, международные исследователи; наличие мест для зимних видов спорта и развлекательных мероприятий; отражение кочевого образа жизни инуитов; продовольственная безопасность: круглогодичное выращивание растений, двухлетний запас продуктов и топлива
Дизайн архитектурной среды	I	Прозрачная кровля; динамичная форма
	II	Орнаментальный национальный декор; пирамидальная форма
	III	Создание «зеленого» пространства для экологического баланса; гидропонные сады; открытое пространство, напоминающее Каггик; световые фонари для верхнего освещения; неправильная форма здания и скатное покрытие; для облицовки используется местная древесина, медь, дерево, металл (красный), клееные панели и каменные материалы; сохранение и дальнейшее развитие местной самобытности в интерьерах; высокая светопропускная способность панелей ETFE для естественного освещения; асимметричная форма; наружная лестница с остеклением для визуальной связи с природным окружением; окна на фасадах встроенного перехода образуют меандровый орнамент; конструкции изолированы снаружи и облицованы необработанными еловыми панелями на стенах и крыше, со временем посереют и сольются с ландшафтом; использование шара как модульного элемента; вариативность искусственного освещения; материалы декоративной отделки повторяют природные текстуры и фактуры; вертикальное атриумное пространство для освещения

В проектах первой стадии ленинградские архитекторы переосмыслили принципы повсеместного типового проектирования. Но городская застройка все равно имеет линейную структуру с низкими показателями теплоэффективности зданий. Градопланировочное решение не учитывает розу ветров в угоду продуваемости во избежание снеготаносов. Проектируются 12- и 15-этажные дома, рассчитанные на постоянное проживание большого количества людей. Помещения полностью изолированы от естественного ландшафтного окружения.

Проектам второй стадии свойственно дальнейшее совершенствование накопленного опыта. Этажность снижается до 9 этажей. Планировочная структура обеспечивает создание штилевых зон и внутреннего двора. Жилое пространство поселения представляется как структура ограждающих и конструктивных элементов, наполненных разнообразной социально-культурной инфраструктурой.

В разработках третьей стадии уже учитываются природно-климатические и геолого-геоморфологические условия, используются элементы альтернативной энергетики, зеленой архитектуры и современных агропромышленных технологий. Организованная объемно-планировочная структура здания в формате моноблока с низким энергопотреблением имеет возможность модульного расширения.

Предыдущие исследования, как правило, делают акцент на технико-экономических и санитарно-гигиенических аспектах вахтовой модульной застройки. Однако существует целый пласт проблем, которые остаются в «слепой зоне». Эти проблемы лежат в области социологии, психологии, экологии и долгосрочной экономики.

Экологические и технологические проблемы

Скрытый экологический ущерб. Исследования фокусируются на утилизации отходов, но игнорируют след углерода и ресурсов от постоянной транспортировки модулей, топлива и припасов.

Проблема «после жизни». После завершения проекта модуль часто бросают, создавая проблему «арктического хлама». Концепция полной утилизации или рециклинга материалов модуля практически не проработана.

Уязвимость к климатическим изменениям. Проектируя вахтовые поселки для условий Крайнего Севера, инженеры ориентируются на исторические данные. Но таяние вечной мерзлоты, непредсказуемые штормы и другие аномалии, вызванные изменением климата, могут сделать стандартные решения неэффективными и опасными. Адаптивность инфраструктуры к новой климатической норме не изучается.

Организационно-экономические проблемы

«Парадокс времени». Временный характер объекта приводит к возможной экономии на качестве. Инвестор не заинтересован в дорогих решениях, т. к. проект ограничен по времени. Это приводит к порочному кругу: низкое качество → частые поломки → снижение производительности → рост затрат на ремонт. Экономика жизненного цикла такого модуля не рассчитывается.

Проблема «серого» менеджмента. Управление изолированным коллективом требует особых компетенций: кризис-менеджмент, медиация, психоло-

гия. Стандартные управленческие методики, привезенные с «большой земли», часто дают сбои. Возникает феномен неформального лидерства и «серых» схем решения проблем, которые остаются вне поля зрения высшего руководства и исследователей.

Юридические тени. Правовой статус жилых модулей вахтовиков часто размыт. Это создает проблемы с налогообложением, страхованием, а главное – с юрисдикцией и обеспечением прав работников в удаленных локациях.

Архитектурно-антропологические проблемы

Игнорирование гендера. Стандартный модуль спроектирован для абстрактного работника, которым считается мужчина. Специфические потребности женщин в вопросах безопасности, гигиены, приватности часто не учитываются, что создает скрытые барьеры для их работы.

Отсутствие архитектуры выбора. Пространство модуля полностью детерминировано. Человек не может выбрать эргономику рабочих мест в производственной зоне, где ему пообедать, с кем пообщаться, где отдохнуть. Эта лишенность выбора является мощным стресс-фактором, который архитекторы и психологи не учитывают. Нужны «зоны неопределенности», многофункциональные, трансформируемые пространства.

Шум и тишина. Акустический комфорт в металлических контейнерах – огромная проблема. Постоянный фоновый шум от генераторов, вентиляции и соседей вызывает хронический стресс. В то же время неестественная тишина после отбоя также может угнетать. Акустический дизайн – это та область, которой практически не уделяется внимания.

Социопсихологические и гуманитарные проблемы

Отчуждение от места. Временность проживания исключает формирование привязанности к месту. Человек психологически остается «в гостях», что мешает глубокой релаксации.

Отчуждение от коллектива. Высокая текучесть кадров и вахтовый метод мешают формированию устойчивых социальных связей. Коллектив постоянно «перезагружается», создавая хроническое чувство социальной нестабильности. Исследователи часто видят «коллектив», но не видят хрупкость его внутренних связей.

Профессиональная и личностная деградация. Работа в условиях жестко регламентированного быта и узкопрофессиональных задач ведет к снижению когнитивной гибкости, исчезновению из обихода «мягких навыков» (soft skills).

Социальный аутизм. Возвращаясь на «большую землю», человек испытывает трудности с реинтеграцией в семью и общество, где жизнь не подчинена строгому распорядку. Это является скрытой причиной семейных конфликтов и увольнений.

Цифровой провал и информационный голод. Несмотря на наличие интернета, его качество часто не позволяет поддерживать полноценную связь с внешним миром: видеозвонки, онлайн-образование, культурное потребление. Это усугубляет ощущение изоляции, которое исследователи часто сводят лишь к физической удаленности.

Практические предложения

Проведенный анализ нормативной базы показал, что в Российской Федерации отсутствуют единые требования к проектированию, строительству и эксплуатации вахтовых поселков⁴.

Новый национальный стандарт «Производственно-жилые модули временного пребывания для Арктики. Правила проектирования» должен стать качественным скачком от парадигмы «выживание» к парадигме «эффективная и достойная жизнь и труд». Он должен отразить требования, которые практически полностью игнорируются в текущей нормативной базе⁵.

Приведем структурированный перечень этих требований, который можно положить в основу нового стандарта.

1. Психолого-эргономические и социально-гуманитарные требования. Это ядро нового стандарта, призванное бороться с выгоранием, депрессией и отчуждением.

1.1. Обязательное наличие зон с неопределенным, гибким функционалом, которые персонал может адаптировать под свои текущие нужды.

1.1.1. Введение нормативов на процент площади общественных зон, отводимой под трансформируемые пространства.

1.2. Жесткие нормативы по эквивалентному и максимальному уровню шума не только для помещений, как в СанПиН, но и в коридорах, зонах рекреации.

1.2.1. Введение классов акустического комфорта для ПЖМ ВП с указанием требуемых индексов звукоизоляции RW и времени реверберации. Борьба со структурным шумом.

1.3. Обязательная интеграция элементов, связывающих человека с природой.

1.3.1. Визуальная связь: требование к панорамному остеклению в общественных зонах с видом на природный ландшафт.

1.3.2. Динамическое освещение: системы, имитирующие суточный ход цветовой температуры и интенсивности света от 6500 К утром до 2700 К вечером.

1.3.3. Натуральные материалы и растения: использование древесины, камня, живых растений в интерьерах.

1.4. Нормативное закрепление возможности уединения помимо спальной каюты.

1.4.1. Обязательное наличие звукоизолированных кабин-коконов для отдыха, телефонных переговоров с семьей, индивидуальной работы. Из расчета, например, 1 кабина на 5–10 человек.

2. Требования к цифровой интеграции и информационной среде. Стандарт должен признать качественную связь не роскошью, а критической инфраструктурой.

2.1. Проектирование зон с разным уровнем цифрового присутствия.

2.1.1. Обязательное наличие «медиазалов» с высокоскоростным интернетом и «тихих зон», где использование гаджетов ограничено или запрещено.

⁴ ГОСТ Р 58760–2024, ГОСТ Р 71617–2024, СП 25.13330.2020, СП ХХ.1325800.2024, СанПиН 276–74, ВСН 199–84, СанПиН 2.1.3684–21, ФЗ № 193-ФЗ ред. от 21.04.2025.

⁵ На портале Росстандарта размещено уведомление о разработке окончательной редакции проекта свода правил «Вахтовые поселки. Требования пожарной безопасности». Опубликовано 08.08.2024.

2.2. Установление минимальной гарантированной скорости интернет-канала на пользователя для обеспечения видеосвязи, стриминга, доступа к образовательным платформам.

2.2.1. Требования к пропускной способности каналов связи, например, не менее 5 Мбит/с на пользователя.

3. Эколого-экономические требования жизненного цикла. Стандарт должен закладывать экономику будущего, мотивируя к качественным решениям.

3.1. Экологический паспорт модуля. Документ, содержащий данные об углеродном следе модуля, его энергоэффективности и четком плане утилизации с указанием ответственности и источников финансирования.

3.1.1. Требование обязательного наличия экологического паспорта для допуска модуля к эксплуатации на особо охраняемых территориях.

3.2. Классификация по энергоэффективности.

3.2.1. Введение классов энергетической эффективности А++, А+, А, В, С для ПЖМ ВП как для бытовой техники.

3.2.2. Методика расчета и присвоения класса, его связь с налоговыми вычетами или «зелеными» бонусами.

3.3. Расчет совокупной стоимости владения (ТСО).

3.3.1. Требование к проектировщику рассчитывать и предоставлять не только первоначальную стоимость, но и совокупную стоимость владения на период жизненного цикла.

3.3.2. Включить в состав проектной документации раздел с расчетом ТСО.

4. Функционально-технологические требования.

4.1. Уровень автоматизации и умный модуль.

4.1.1. Внедрение систем автоматизированного управления инженерными системами, безопасностью и ресурсами.

4.1.2. Определение минимального обязательного функционала системы умного модуля: мониторинг потребления ресурсов, климат-контроль, управление освещением, система оповещения.

4.2. Гендерный и инклюзивный аспект.

4.2.1. Учет потребностей разных групп работников – женщин, людей с ограниченными возможностями – при проектировании жилых, санитарно-гигиенических и производственных помещений.

4.2.2. Четкие требования к количеству и оборудованию отдельных санитарных узлов, душевых, к обеспечению доступной среды.

5. Юридические требования.

5.1. Экономика жизненного цикла – один из критериев при выборе проектных решений.

5.2. Четкий правовой статус ПЖМ ВП, что не создаст риски для инвесторов и работников.

Новый стандарт не должен быть просто еще одним сводом жестких правил. Он должен быть структурирован по уровням комфорта и эффективности, например, «Базовый», «Комфорт», «Премиум», где «Базовый» уровень соответствует обновленным требованиям безопасности и санитарии, а уровни «Комфорт» и «Премиум» включают все перечисленные выше инновационные требования. Это позволит гибко подходить к проектированию под задачи раз-

ных заказчиков и регионов, стимулировать конкуренцию среди производителей и проектировщиков за счет создания понятных и измеримых критериев качества среды, а также сделать психологический комфорт и экологичность такими же измеримыми и нормируемыми параметрами, как, например, температура в помещении или пожарная безопасность.

Такой стандарт станет «драйвером» улучшения условий труда и развития новых отечественных технологий в области строительства, энергетики и ИТ. В дальнейших исследованиях уже возможно и необходимо сформулировать само понятие «производственно-жилой модуль временного пребывания (ПЖМ ВП) для Арктики» и предложить его архитектурно-концептуальное решение.

Заключение

Сохранение арктической экологии и минимизация антропогенных разрушений возможны при условии проектирования, строительства и эксплуатации поселений с углеродно-нейтральным балансом производства и потребления энергии. Для достижения подлинной устойчивости развития Арктического региона необходима интеграция выявленных в исследованиях решений с анализом и поиском путей смягчения этих критически важных системных рисков.

Исследователи видят модуль как инженерную систему для обеспечения жизнедеятельности, но не как социально-антропологический феномен, искусственную среду обитания, которая калечит психику, размывает социальные нормы и создает долгосрочные риски как для человека, так и для территории. Комплексное изучение этих «слепых зон» требует междисциплинарного подхода с привлечением социологов, психологов, экологов и культурологов.

Технократический подход, направленный на обеспечение минимальных условий для выполнения производственных задач, доминирует и считается исчерпывающим. Главный пробел заключается в отсутствии междисциплинарной исследовательской программы, которая рассматривала бы модуль как целостный организм «человек – среда – технологии». Пока не будет преодолен разрыв между техническими науками, социогуманитарным знанием и экономикой, проекты будут продолжать воспроизводить старые проблемы, лишь незначительно улучшая техническое оснащение, но не качество жизни и долгосрочную эффективность.

Таким образом, приоритетом становится создание комфортной, психологически и социально полноценной среды, способной противостоять вызовам полярной ночи, изоляции и сурового климата через инновационные решения в области общественных пространств, освещения, цветового дизайна и смешанной застройки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *2023 год бьет климатические рекорды с серьезными последствиями* // Всемирная метеорологическая организация : [сайт]. URL: <https://wmo.int/ru/news/media-centre/2023-god-bet-klimaticheskie-rekordy-s-sereznyimi-posledstviyami> (дата обращения: 21.02.2026).
2. *Доклад о разнице мер адаптации к изменению климата за 2024 год* // Программа ООН по окружающей среде (UNEP) : [сайт]. URL: <https://www.unep.org/ru/resources/doklad-o-raznice-mer-adaptacii-k-izmeneniyu-klimata-za-2024-god> (дата обращения: 21.02.2026).
3. *Гончарик, Е.Е.* Влияние глобального потепления на жизнь населения северных территорий современной России // Развитие современного общества : вызовы и возможности :

- материалы XVII Международной научной конференции, Москва, 02 апреля 2021 г. В 4 томах. Том 1. Москва : Московский университет им. С.Ю. Витте, 2021. С. 39–45. EDN: AXRDFP
4. *Седова, Н.Б., Кочемасова, Е.Ю.* Экологические проблемы Арктики и их социально-экономические последствия // *Всероссийский экономический журнал ЭКО.* 2017. № 5 (515). С. 160–171. EDN: YKWGDJ
 5. *Замятина, Н.Ю.* Северный город-база: особенности развития и потенциал для освоения Арктики // *Арктика: экология и экономика.* 2020. № 2 (38). С. 4–17. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-4-17. EDN: UWMLLQ
 6. *Николаева, Е.К., Лахтин, К.И., Глушкина, И.К.* Принципы моделирования пространства обитания для экстремальных условий Арктики // *Научные технологии и оборудование в промышленности и строительстве.* 2022. № 70. С. 61–70. EDN: VXEFBT
 7. *Янковская, Ю.С., Меренков, А.В.* Арктика. Проблемы и перспективы градостроительного развития и формирования комфортной среды // *Архитектон: известия вузов.* 2023. № 3 (83). DOI: 10.47055/19904126_2023_3(83)_18. EDN: NTSCGD
 8. *Широков, В.С.* Конструктивные особенности модульных зданий // *Вестник евразийской науки.* 2022. Т. 14. № 3. DOI: 10.15862/03savn322. EDN: UASGWR
 9. *Нуриев, А.Ф., Ибрагимов, Р.А.* Повышение эффективности строительства зданий и сооружений в экстремальных климатических условиях применением энергосберегающих технологий // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета.* 2019. № 2 (48). С. 272–280. EDN: PLALOX
 10. *Шишулина, Т.П.* Проблемы правового регулирования и организации вахтового метода работы в северных районах // *Юридические исследования.* 2024. № 8. С. 94–109. DOI: 10.25136/2409-7136.2024.8.71105
 11. *Балашова, Н.В.* Вахтовый метод организации работ: особенности применения // *Экономика труда.* 2021. Т. 8. № 4. С. 459–474. DOI: 10.18334/et.8.4.112007. EDN: IDVORV
 12. *Корнеева, Я.А., Симонова, Н.Н.* Особенности психологической адаптированности вахтового персонала в условиях Крайнего Севера // *Национальный психологический журнал.* 2021. № 4 (44). С. 63–74.
 13. *Винницкий, М.В., Меренков, А.В.* Актуализация принципов формирования архитектурной среды Крайнего Севера и Арктики // *Академический вестник УралНИИпроект РААСН.* 2024. № 3 (62). С. 52–58. DOI: 10.25628/UNIP.2024.62.3.009. EDN: MJTRQS
 14. *Дементьев, Н.М., Волкодав, В.А., Волкодав, И.А., Тутова, И.Д.* Перспективы развития и нормирования модульного строительства в России с учетом зарубежного опыта // *Инженерный вестник Дона.* 2023. № 4 (100). С. 402–434. EDN: YYHQJF
 15. *Казак, А.А., Анисимова, Л.В.* Опыт проектирования и строительства жилища по технологии PREFAB в России и за рубежом // *Устойчивое развитие территорий : сборник докладов VI Международной научно-практической конференции.* Москва, 2024. С. 190–195.
 16. *Еремеева, А.Ф.* Особенности туристической инфраструктуры в Российской Арктике. Проблематика и потенциал развития // *Системные технологии.* 2022. № 2 (43). С. 68–74.
 17. *Волыченко, О.В., Огородников, С.Н.* Экспериментальная модульная система повышенного комфорта для условий Крайнего Севера // *Academia. Архитектура и строительство.* 2025. № 3. С. 52–61. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-3-52-61
 18. *Новиков, А.Б., Рагозина, Н.А., Щербук, К.А.* Управление инфраструктурой вахтовых поселков: актуальные вопросы и вызовы // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета.* 2025. № 4 (154). С. 90–96.
 19. *Каракатова, Е.Д.* Ревитализация вахтовых городов севера // *Молодая наука – 2023: Архитектура. Строительство. Дизайн : сборник статей X Всероссийской студенческой научно-практической конференции,* Москва, 24–28 апреля 2023 г. Москва : Московский информационно-технологический университет – Московский архитектурно-строительный институт, 2023. С. 95–103. EDN: UMALVG
 20. *Токарев, А.Е.* Концептуальная модель функционального зонирования модуля временного проживания для арктических районов России // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета.* 2019. Т. 21. № 4. С. 76–93. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-4-76-93>

REFERENCES

1. 2023 is breaking climate records, with serious. Available: <https://wmo.int/ru/news/media-centre/2023-god-bet-klimaticheskie-rekordy-s-sereznyimi-posledstviyami> (accessed February 21, 2026). (In Russian)
2. 2024 Report on the Variety of Climate Change Adaptation Measures. Available: www.unep.org/ru/resources/doklad-o-raznice-mer-adaptacii-k-izmeneniyu-klimata-za-2024-god (accessed February 21, 2026). (In Russian)
3. *Goncharik, E.E.* Global Warming Impact on Lives of the Population of Northern Territories in Modern Russia. In: *Proc. 17th Int. Sci. Conf. 'Development of Modern Society: Challenges and Opportunities'*. Moscow, 2021. Pp. 39–45. EDN: AXRDFP (In Russian)
4. *Sedova, N.B., Kochemasova, E.Yu.* Environmental Problems and Socioeconomic Consequences for the Arctic. *Vserossiiskii ehkonomicheskii zhurnal EHKO*. 2017; 5(515): 160–171. EDN: YKWGDJ (In Russian)
5. *Zamyatina, N.Yu.* Northern City: A Base for Arctic Development. *Arktika: ehkologiya i ehkonomika*. 2020; 2(38): 4–17. EDN: UWMLLQ (In Russian)
6. *Nikolaeva, E.K., Lakhtin, K.I., Glushkina, I.K.* Principles of Modeling Habitats in Extreme Arctic Conditions. *Naukoemkie tekhnologii i oborudovanie v promyshlennosti i stroitel'stve*. 2022; 70: 61–70. EDN: VXEFBT (In Russian)
7. *Yankovskaya, Yu.S., Merenkov, A.V.* Arctic. Problems and Prospects of Urban Development and Formation of a Comfortable Environment. *Arkhitekton: izvestiya vuzov*. 2023; 3(83). DOI: 10.47055/19904126_2023_3(83)_18. EDN: NTSCGD (In Russian)
8. *Shirokov, V.S.* Modular Building Structures. *Vestnik evraziiskoi nauki*. 2022; 14(3). DOI: 10.15862/03savn322. EDN: UASGWR (In Russian)
9. *Nuriyev, A.F., Ibragimov, R.A.* Efficiency Improvement of Building Construction in Extreme Climatic Conditions via Energy-Saving Technologies. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2019; 2(48): 272–280. EDN: PLALOX (In Russian)
10. *Shishulina, T.P.* Legal Regulation and Organization of Shift Work in Northern Regions. *Yuridicheskie issledovaniya*. 2024; (8): 94–109. DOI: 10.25136/2409-7136.2024.8.71105 (In Russian)
11. *Balashova, N.V.* Shift Work Organization. *Ehkonomika truda*. 2021; 8(4): 459–474. DOI: 10.18334/et.8.4.112007. EDN: IDVORV (In Russian)
12. *Korneeva, Ya.A., Simonova, N.N.* Psychological Adaptation of Shift Personnel in the Far North. *Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal*. 2021; 4(44): 63–74. (In Russian)
13. *Vinnitsky, M.V., Merenkov, A.V.* Updating Formation Principles of Architectural Environment in the Far North and the Arctic. *Akademicheskii vestnik UralNIiproekt RAASN*. 2024; 3(62): 52–58. DOI: 10.25628/UNIIP.2024.62.3.009. EDN: MJTRQS (In Russian)
14. *Dementyev, N.M., Volkodav, V.A., Volkodav, I.A., Titova, I.D.* Development and Standardization of Modular Construction in Russia using Foreign Experience. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2023; 4(100): 402–434. EDN: YYHQJF (In Russian)
15. *Kazak, A.A., Anisimova, L.V.* Experience in Housing Design and Construction using PREFAB Technology in Russia and Abroad. In: *Proc. 6th Int. Sci. Conf. 'Sustainable Development of Territories'*. Moscow, 2024. Pp. 190–195. (In Russian)
16. *Eremeeva, A.F.* Tourist Infrastructure in the Russian Arctic. Problems and Development. *Sistemnye tekhnologii*. 2022; 2(43): 68–74. (In Russian)
17. *Volichenko, O.V., Ogorodnikov, S.N.* Experimental Modular System of Increased Comfort in the Far North. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2025; (3): 52–61. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-3-52-61. (In Russian)
18. *Novikov, A.B., Ragozina, N.A., Shcherbuk, K.A.* Infrastructure Management of Rotational Camps: Current Issues and Challenges. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ehkonomicheskogo universiteta*. 2025; 4(154): 90–96. (In Russian)
19. *Karakatova, E.D.* Revitalization of Rotational Towns in the North. In: *Proc. 10th All-Russ. Sci. Conf. 'Young Science-2023: Architecture. Construction. Design'*. 2023. Pp. 95–103. (In Russian)
20. *Tokarev, A.E.* Conceptual Model of Functional Zoning of Temporary Residence in the Arctic Regions of Russia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019; 21(4): 76–93. (In Russian)

Сведения об авторе

Токарев Алексей Евгеньевич, доцент, архитектор, член Союза архитекторов России, Тюменский индустриальный университет, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, aetokarev65@gmail.com

Author Details

Aleksey E. Tokarev, A/Professor, a member of the Union of Architects of Russia, Industrial University of Tyumen, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, aetokarev65@gmail.com

Статья поступила в редакцию 21.12.2025
Одобрена после рецензирования 05.02.2026
Принята к публикации 05.02.2026

Submitted for publication 21.12.2025
Approved after review 05.02.2026
Accepted for publication 05.02.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 105–113.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 105–113.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 725

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-105-113>

EDN: IATSXA

АРХИТЕКТУРА КАК МЕДИАТОР: ПИРАМИДА ТИРАНЫ В ДИАЛОГЕ МЕЖДУ ПОКОЛЕНИЯМИ

Валерия Александровна Титова, Ольга Юрьевна Сулова

*Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
г. Москва, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* Пирамида Тираны имеет важное историческое значение не только для города, но и для всей Албании. Однако существует небольшое количество научных трудов, рассматривающих этот архитектурный объект, поэтому тема нуждается в изучении.

Цель работы – выявить роль здания как медиатора на примере Пирамиды Тираны. Исследуется история возникновения памятника и его значение для города и жителей, проводится сравнительный анализ архитектуры до и после реконструкции, оценивается изменение функционального наполнения объекта.

Результаты. Выявлены архитектурные приемы, благодаря которым функция здания как медиатора выражается в форме. Эти приемы могут быть использованы при реконструкции других значимых исторических памятников.

Ключевые слова: реконструкция, история, функция, Албания, Пирамида Тираны

Для цитирования: Титова, В.А., Сулова, О.Ю. Архитектура как медиатор: пирамида Тираны в диалоге между поколениями // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 105–113. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-105-113>. EDN: IATSXA

ORIGINAL ARTICLE

ARCHITECTURE AS A MEDIATOR: THE PYRAMID OF TIRANA IN A DIALOGUE BETWEEN GENERATIONS

Valeriya A. Titova, Olga Yu. Suslova

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Abstract. The Pyramid of Tirana is of great historical importance not only for the city but also for Albania. However, works concerning this architectural object are very few, so the topic needs to be studied.

Purpose: The purpose of this paper is to show the role of the Pyramid of Tirana as a mediator.

Research findings: The paper presents historical studies of the Pyramid of Tirana and its role for the city and its residents. The paper compares the architecture before and after the recon-

struction and changes in its functional content. Architectural techniques are identified to express the building function as a mediator.

Research implication: The identified techniques can be used in the reconstruction of other significant historical monuments.

Keywords: reconstruction, history, function, Albania, Pyramid of Tirana

For citation: Titova, V.A., Suslova, O.Yu. Architecture as a Mediator: The Pyramid of Tirana in a Dialogue between Generations. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 105–113. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-105-113>. EDN: IATSXA

Тирана – столица Албании. Город известен своей богатой историей, начавшейся в XVII в., когда страна обрела независимость от Османской империи.

Одним из самых известных туристических объектов Тираны является бетонная Пирамида [1], имеющая большое значение и ставшая медиатором – посредником между старым и новым поколениями, между диктаторским прошлым и активно развивающимся будущим, между идеей и реальной функцией.

Первоначальная функция

Появление здания в 1980-х гг. связано с именем албанского коммунистического лидера Энвера Ходжи [2], который правил страной почти сорок лет (с 1946 по 1985 г.) и превратил Албанию в одну из самых закрытых стран в мире и самую отсталую страну в Европе (рис. 1).



Рис. 1. Первоначальный вид Пирамиды¹
Fig. 1. The initial form of the Pyramid of Tirana

Пирамида строилась как музей, который посвящен диктатору [3]. Помимо известных албанских архитекторов Пирро Вачо и Владимира Брегу, занимаю-

¹ URL: <https://geekroom.al/wp-content/uploads/2021/01/ef2cbc28bb74bd18fb9aaefb55569150-860x573.jpg>

щихся строительством различных общественных зданий, в разработке проекта участвовали также дочь политика Пранвера Ходжа и ее муж Клемент Коланеци – тоже архитекторы. Причем для Клемента Коланеци Пирамида – это единственный известный проект. Пранвера Ходжа позже участвовала в создании других общественных пространств Албании, таких как Музей Скандербега.

Согласно авторской задумке, форма Пирамиды вдохновлена горой Дайти, которая расположена вблизи Тираны. По другой версии, Пирамида с большой высоты похожа на орла на гербе Албании.

Изменение назначения

После окончания строительства здесь был открыт музей Энвера Ходжи, однако он просуществовал недолго [4]. После падения коммунистического режима в 1991 г. музей закрыли, а в Пирамиде расположили конференц-зал и выставочный центр [5]. Во время Косовской войны в ней размещалась база НАТО и гуманитарных организаций.

Некоторые называют Пирамиду мавзолеем Энвера Ходжи, несмотря на то что идея захоронения правителя в одной из самых дорогих построек Албании того времени не была реализована [6]. Некоторое время здесь даже работал бар Mumija. Из-за значительного изменения функций интерьер стал загроможденным и темным.

В 2010-х гг. Пирамида, расположенная в центре города, выглядела заброшенной, в то время как Тирана развивалась и пыталась преодолеть застой последних десятилетий [7]. Однако облупленные стены, граффити, разбитые стекла и мусор внутри Пирамиды контрастировали с окружающим ее ухоженным городом.

Несмотря на это, Пирамида привлекала туристов, подростков и беспризорных цыган, которые взбирались на ее вершину, а также катались по наклонным поверхностям [8].

Вокруг Пирамиды велось множество споров: одни предлагали снести ее, другие – построить на этом месте парламент; были предложения открыть молодежный развлекательный центр или танцевальную площадку, а некоторые просто хотели сохранить этот символ коммунистической эпохи для будущих поколений [9]. В 2015 г. было проведено исследование, согласно которому большая часть жителей Албании была против сноса здания [10].

Реконструкция

В психологии медиатор – это независимое лицо, которое помогает двум сторонам спора найти взаимовыгодное решение. Он не занимает ничью позицию, а помогает строить диалог.

В архитектуре в роли медиатора выступает пространство, здание, которое сочетает в себе разные смыслы, функции, традиционное и новое, память о прошлом и устремление в будущее. Оно выстраивает диалог между поколениями и мнениями, не отдавая предпочтение какой-либо из сторон. Таким пространством становится Пирамида в Тиране после реконструкции голландским архитектурным бюро MVRDV в 2017 г. [11]. Теперь это культурно-образовательный центр для молодежи (рис. 2).



Рис. 2. Пирамида Тираны после реконструкции²
 Fig. 2. The Pyramid of Tirana after the reconstruction

Как говорил сооснователь бюро Вини Маас, который руководил проектом: «Это здание – символ для многих албанцев: для старших поколений – память о событиях в коммунистическую эпоху, для молодежи – место празднования новой эры. Они будут использовать его для встреч и прогулок, а также для концертов и собраний. Мы сделаем балки доступными и безопасными, чтобы мы могли подняться на вершину и отпраздновать восхождение с видом на город Тирана. Мы создаем живой памятник для всего населения» [12].

Цель реконструкции – вернуть зданию его первоначальное значение и создать современное общественное пространство для встреч, прогулок и развлечений. Цветовая гамма Пирамиды стала более яркой, форма – более сложной за счет добавления в хаотичном порядке разноцветных «кубов», напоминающих детали конструктора [13]. В атриуме появился зимний сад с живыми деревьями. Фасад украсили панорамные окна, позволяющие проходить большому количеству солнечного света, и лестницы, ведущие на смотровую площадку на крыше и делающие памятник открытым, обитаемым и доступным для всех желающих (рис. 3). Одну грань оставили гладкой, чтобы ее можно было использовать как горку. Такое решение подчеркивает диалог между старой и новой функциями, а не стремление полностью изменить пространство, игнорируя его прошлое.

Помимо этого, здание обрело новое назначение, став центром технологии, искусства и культуры. Внутри Пирамиды расположены творческие студии, мастерские и учебные классы. Образовательный проект TUMO Tirana бесплатно обучает в разноцветных кубах подростков от 12 до 18 лет различным востребованным навыкам, таким как программирование, робототехника, ани-

² URL: <https://i.archi.ru/i/650/419785.jpg>

мация, кинематография и музыка [14]. Другая часть кубов сдается в аренду и используется как кафе, офисы и лаборатории.



Рис. 3. Вид на Пирамиду³
Fig. 3. The Pyramid of Tirana from eye level

С планировочной точки зрения здание сохранило первоначальную форму, к которой были добавлены новые объемы (рис. 4). В настоящее время оно представляет собой контраст между бетонной тектоничной оболочкой и хаотично расположенными блоками различного цвета и формы, ориентированными под разными углами [15]. Эти объемы размещены как внутри основной бетонной структуры, так и за ее пределами. Кроме того, кубы различаются по функциональному назначению и высоте, а также располагаются на разных уровнях, что подчеркивает динамичность обновленного пространства.

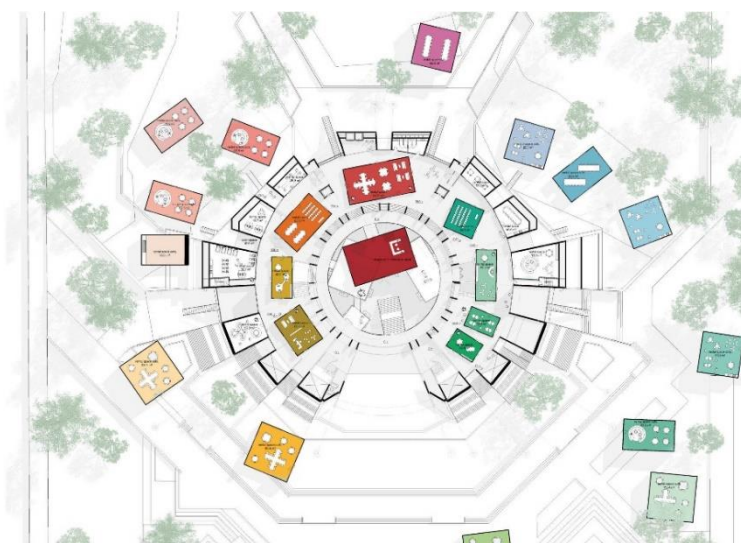


Рис. 4. План Пирамиды после реконструкции⁴
Fig. 4. The floor plan of the renovated Pyramid of Tirana

³ URL: https://mvrdiv.com/media/uploads/Pyramid%20Tirana%2001%20_%20%20MVRDV.jpg

⁴ URL: <https://d10ic2gxw9yhll.cloudfront.net/public/DigitalAsset/5772cb3892146a0279fbf763a00881b8/5772cb3892146a0279fbf763a00881b8/full/original/0/default.jpeg>

Функция медиатора как связующего звена между разными сторонами обретает форму. Открытость пространства, прозрачность стен становятся символами связи настоящего и будущего, а сохранение первоначального каркаса вместо сноса здания – память о прошлом, которое повлияло на то, каким город является сейчас [16]. Пирамида объединяет разные поколения: тех, кто наблюдал за строительством здания, кто приходил на заброшенную Пирамиду, чтобы насладиться видом на город, и кто сейчас посещает образовательный центр в ее стенах (рис. 5).



Рис. 5. Пирамида в контексте современной застройки Тираны
Fig. 5. The Pyramid of Tirana amidst contemporary urban landscape

Трансформация Пирамиды показывает, как можно преобразовать значимое для страны здание, сделав его подходящим и актуальным для новой эпохи, в то же время сохранив его историю.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов.

Пирамида Тираны на протяжении своей истории демонстрирует способность архитектурного объекта выступать активным участником коммуникации между разными поколениями. Изначально задуманное как монумент тоталитарному режиму, после политических изменений здание утратило идеологическую функцию, но приобрело новую и стало местом неформальной активности молодежи.

Сравнительный анализ архитектуры до и после реконструкции выявил конкретные архитектурные приемы, обеспечивающие реализацию медиативной функции.

1. Тактильная доступность: демонтаж глухих ограждений и превращение наклонных конструкций в доступные для восхождения поверхности.

2. Принцип сохранения через добавление, который проявился в оставлении оригинальных бруталистских структур бетона открытыми внутри новых стеклянных и стальных объемов. Это создает визуальный диалог между эпохой социализма и современностью.

3. Полифункциональность как инклюзивность: наполнение здания коммерческими, образовательными и общественными функциями позволило включить в его жизнь разные социальные группы. Для старшего поколения здание трансформировалось в место памяти, лишённое идеологического диктата; для молодежи оно открыло новые возможности для профессиональной и культурной самореализации.

Выявленные приемы могут быть применены при реконструкции других исторических памятников, особенно имеющих сложное идеологическое наследие. Опыт Пирамиды Тираны демонстрирует, что эффективная стратегия сохранения заключается не в сносе или консервации, а в деликатном перепроектировании, превращающем архитектуру в пространство диалога.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Нурмаммедов, А.Я., Оразов, А.А., Поладов, У.П. Архитектурные особенности пирамидальных форм и их применение // Вестник науки. 2024. № 6 (75). Т. 1. С. 1855–1858.
2. *Between apathy and nostalgia: public and private recollections of communism in contemporary Albania*. Tirana // Institute for Democracy, Media and Culture (IDMC) : [сайт]. URL: <https://www.idmc.al/en/between-apaty-and-nostalgia-public-and-private-recollections-of-communism-in-contemporary-albania/> (дата обращения: 10.02.2026).
3. Iacono, F., Këlliçi, K.L. Of Pyramids and Dictators: Memory Work and the Significance of Communist Heritage in Post-Socialist Albania // AP: Online Journal in Public Archaeology. 2015. № 5. P. 97–122. DOI: 10.23914/ap.v5i0.66
4. Batbay, A. The interpretation of the Pyramid of Tirana: The influence of the changing social and political context in Albania on the interpretation of the Pyramid of Tirana : Student Report. TU Delft, 2024. URL: <https://resolver.tudelft.nl/uuid:af1853a6-8d1f-4a65-a256-ee41252959c8> (дата обращения: 28.07.2025).
5. Пирамида Тираны: MVRDV преобразует самое противоречивое здание Албании // INTERIOR+DESIGN : [сайт]. URL: <https://www.interior.ru/architecture/19748-piramida-tirani-mvrdv-preobrazhaet-samoe-protivorechivoe-zdanie-albanii.html> (дата обращения: 20.03.2026).
6. *Tirana. Architecture as Political Actor*. Weimar : Bauhaus-Universität Weimar, 2019. 42 p. DOI: 10.25643/bauhaus-universitaet.3995
7. Iacono, F., Këlliçi, K. Exploring the public perception of Communist Heritage in Post-communist Albania // EX NOVO Journal of Archaeology. 2016. V. 1. P. 55–69. DOI: 10.32028/exnovo.v1i0.398
8. *Communist pyramid transformed into scalable tech hub with superb views* // New Atlas : [сайт]. URL: <https://newatlas.com/architecture/pyramid-tirana-mvrdv/> (дата обращения: 28.07.2025).
9. Nientied, P., Janku, E. Ambiguous Memorial Landscapes in Post-socialist Cities: The Case of Tirana's Pyramid // Italian Journal of Planning Practice. 2019. V. 9. № 1. P. 1–23.
10. Miho, E., Kuni, K., Demiraj, J. The Decommunization of the Pyramid in Tirana, the Mausoleum of Enver Hoxha // Proceedings of the 23rd International Conference on Cultural Heritage and New Technologies (CHNT 23), November 12–15, 2018, Vienna, Austria. Vienna : Museen der Stadt Wien – Stadtarchäologie, 2019. 11 p.
11. *The Pyramid of Tirana* // MVRDV : [сайт]. URL: <https://www.mvrdv.asia/projects/312-the-pyramid-of-tirana> (дата обращения: 26.07.2025).
12. *MVRDV to Transform Communist-Era Pyramid into Center for Art and Technology in Albania* // Archdaily : [сайт]. URL: https://www.archdaily.com/894779/mvrdv-to-transform-communist-era-pyramid-into-center-for-art-and-technology-in-albania?ad_medium=mini-landing&ad_name=projects (дата обращения: 20.03.2026).
13. *Переосмысление бруталистской архитектуры* – MVRDV преобразовали музей бывшего албанского лидера в культурно-образовательный центр // ARCHITIME : [сайт]. URL: https://architime.ru/news/mvrdv_t/pyramid_tirana.htm (дата обращения: 28.07.2025).
14. *Бывший музей албанского лидера Энвера Ходжи в центре Тираны открылся после реконструкции по проекту MVRDV как образовательный центр и общественное простран-*

ство // ARCHITIME : [сайт]. URL: <https://archi.ru/world/99148/piramida-dlya-gorozhan> (дата обращения: 27.07.2025).

15. Худайбердиева, Н.А., Сейтмедов, И., Оразмурадов, К. Архитектурные шедевры 2023 года: инновации и культурное возрождение // Вестник науки. 2024. № 6 (75). Т. 4. С. 1472–1475.
16. Мурадова, А.О., Худайбердиева, Н.А., Овезгульев, Б.Г. Сохранение исторических зданий: значимость, преимущества, вызовы и стратегии // Вестник науки. 2024. Т. 2. № 4 (73). С. 671–674.

REFERENCES

1. *Nurammedov, A.Ya., Orazov, A.A., Poladov, Yu.P.* Architecture of Pyramidal Forms and their Application. *Vestnik nauki*. 2024; 1(6): 1855–1858. (In Russian)
2. Between apathy and nostalgia: public and private recollections of communism in contemporary Albania. Institute for Democracy, Media and Culture (IDMC). Available: www.idmc.al/en/between-apaty-and-nostalgia-public-and-private-recollections-of-communism-in-contemporary-albania/ (accessed February 10, 2026).
3. *Iacono, F., Këlliçi, K.L.* Of Pyramids and Dictators: Memory Work and the Significance of Communist Heritage in Post-Socialist Albania. *AP: Online Journal in Public Archaeology*. 2015; (5): 97–122. DOI: 10.23914/ap.v5i0.66
4. *Batbay, A.* The interpretation of the Pyramid of Tirana: The influence of the changing social and political context in Albania on the interpretation of the Pyramid of Tirana. Student Report. Delft: Delft University of Technology. 2024. Available: <https://resolver.tudelft.nl/uuid:af1853a6-8d1f-4a65-a256-ee41252959c8> (accessed July 28, 2025).
5. Pyramid of Tirana: MVRDV Transforms Albania's Most Controversial Building. *Interior.ru*; 2025. Available: www.interior.ru/architecture/19748-piramida-tirani-mvrdv-preobrazhaet-samoe-protivorechivoe-zdanie-albanii.html (accessed March 20, 2026). (In Russian)
6. *Adam, T., Kuch, U. (Eds.)* Tirana. Architecture as Political Actor. Weimar: Bauhaus-Universität Weimar; 2019. 80 p. DOI: 10.25643/bauhaus-universitaet.3995
7. *Iacono, F., Këlliçi, K.* Exploring the Public Perception of Communist Heritage in Post-Communist Albania. *EX NOVO Journal of Archaeology*. 2016; 1(1): 55–69.
8. *Williams, A.* Communist pyramid transformed into scalable tech hub with superb views. *New Atlas*. 2023. Available: <https://newatlas.com/architecture/pyramid-tirana-mvrdv/> (accessed July 28, 2025).
9. *Nientied, P., Janku, E.* Ambiguous Memorial Landscapes in Post-Socialist Cities: The Case of Tirana's Pyramid. *Italian Journal of Planning Practice*. 2019; 9(1): 1–23.
10. *Miho, E., Kumi, K., Demiraj, J.* The Decommunization of the Pyramid in Tirana, the Mausoleum of Enver Hoxha. In: *Proc. 23rd Int. Conf. on Cultural Heritage and New Technologies (CHNT 23)*, November 12–15, 2018, Vienna, Austria. Vienna: Museen der Stadt Wien, Stadtarchäologie. 2019. 11 p. ISBN 978-3-200-06576-5.
11. *Maas, W., van Rijs, J., de Vries, N.* The Pyramid of Tirana. MVRDV. 2023. Available: www.mvrdv.asia/projects/312/the-pyramid-of-tirana (accessed July 26, 2025).
12. *Walsh, N.* MVRDV to transform communist-era pyramid into center for art and technology in Albania. *Archdaily.com*; 2018. Available: www.archdaily.com/894779/mvrdv-to-transform-communist-era-pyramid-into-center-for-art-and-technology-in-albania?ad_medium=mini-landing&ad_name=projects (accessed March 20, 2026).
13. *Sochalin, O.* Rethinking brutalist architecture - MVRDV transformed the museum of the former Albanian leader into a cultural and educational center. *Architime.ru*; 2023. Available: https://architime.ru/news/mvrdv_t/pyramid_tirana.htm (accessed July 28, 2025). (In Russian)
14. *Frolova, N.* Former museum of Albanian leader Enver Hoxha at the Tirana center reopened after reconstruction by MVRDV as an educational center and public space. *Archi.ru*; 2023. Available: <https://archi.ru/world/99148/piramida-dlya-gorozhan> (accessed July 27, 2025). (In Russian)
15. *Khudaiberdieva, N.A., Seitmedov, I., Orazmuradov, K.* Architectural Masterpieces of 2023: Innovation and Cultural Revival. *Vestnik nauki*. 2024; 4(6): 1472–1475. (In Russian)
16. *Muradova, A.O., Khudaiberdieva, N.A., Ovezguliev, B.G.* Preservation of Historic Buildings: Significance, Advantages, Challenges and Strategies. *Vestnik nauki*. 2024; 2(4): 671–674. (In Russian)

Сведения об авторах

Титова Валерия Александровна, студентка, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, vt.superbee@gmail.com

Суслова Ольга Юрьевна, канд. архитектуры, зав. лабораторией, доцент, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, ollgasuslova@yandex.ru

Authors Details

Valeriya A. Titova, Student, Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklouho-Maclay Str., 117198, Moscow, Russia, vt.superbee@gmail.com

Olga Y. Suslova, PhD, A/Professor, Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklouho-Maclay Str., 117198, Moscow, Russia, ollgasuslova@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.02.2026
Одобрена после рецензирования 02.03.2026
Принята к публикации 02.03.2026

Submitted for publication 27.02.2026
Approved after review 02.03.2026
Accepted for publication 02.03.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 114–123.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 114–123.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 72.03

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-114-123>

EDN: GZFTGQ

ДОМ В СЕЛЕ КУНАРА КАК ПРИМЕР ТИПИЧНОГО ЖИЛОГО ДОМА ГОРНОГО УРАЛА ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XVIII ВЕКА

Олег Николаевич Букин, Елена Владимировна Ситникова

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. Актуальность публикации обусловлена необходимостью привлечения внимания к проблеме сохранения памятников деревянного зодчества. В статье рассматривается один из редких сохранившихся примеров традиционного жилого дома, расположенный в селе Кунара Невьянского района Свердловской области.

Цель исследования заключается в установлении соответствия рассматриваемого объекта основным параметрам наиболее массового жилища в городах- и поселках-заводах горного Урала (главным образом, в демидовских заводах, поскольку объект относится к территории, связанной исторически с Невьянским заводом Демидовых) первой половины XVIII в.

Результаты. Авторы обосновывают, что сохранившийся деревянный дом-четырёхстенки под самцово-слеговой крышей с прирубом сеней содержит все признаки жилого дома, распространённого в поселках- и городах-заводах горного Урала в первой половине XVIII в. Авторы полагают, что с учетом широкой временной распространённости данного дома сохранившийся объект можно предварительно датировать в диапазоне первой половины XVIII – середины XIX в. Вследствие значительной доли утрат аналогов дом в Кунаре приобретает черты уникального памятника истории и культуры, подлежащего обязательному сохранению.

Ключевые слова: историческая застройка городов-заводов, Екатеринбург, Кунара, Верхний Тагил, Ревда, Нижний Тагил, Невьянск, жилой дом, горница с сенями

Для цитирования: Букин, О.Н., Ситникова, Е.В. Дом в селе Кунара как пример типичного жилого дома горного Урала первой половины XVIII века // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 114–123. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-114-123>. EDN: GZFTGQ

ORIGINAL ARTICLE

A HOUSE IN KUNARA VILLAGE AS A TYPICAL RESIDENTIAL BUILDING IN THE MOUNTAINOUS URALS EARLY IN THE 18TH CENTURY**Oleg N. Bukin, Elena V. Sitnikova***Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

Abstract. The paper draws attention to the problem of preserving wooden architecture. The paper examines one of the rare surviving examples of a traditional residential building in the village of Kunara in the Sverdlovsk region.

Purpose: The purpose of the study is to establish the conformity of the residential building with the main parameters of the most massive housing in towns and villages of the Gorny Urals, namely Demidov factories, since the building belongs to the territory historically associated with the Nevyansky Demidov factory in the early 18th century.

Research findings: The paper describes the preserved wooden four-wall house under a male-bed roof with a log porch contains all the signs of an apartment building common to towns and factory towns of the Urals of the 18th century. Given the wide temporal prevalence of this building, it can be tentatively dated by the first half of the 18th and mid-19th centuries. Due to a significant proportion of the loss of analogues, the building in Kunar acquires the features of a unique historical and cultural monument, which must be preserved.

Keywords: historical architecture, industrial town, Yekaterinburg, Kunara, Verkhny Tagil, Revda, Nizhny Tagil, Nevyansk, residential building, porch

For citation: Bukin, O.N., Sitnikova, E.V. A House in Kunara Village as a Typical Residential Building in the Mountainous Urals Early in the 18th Century. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2026; 28 (2): 114–123. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-114-123>. EDN: GZFTGQ

Введение

Статья посвящена сохранившемуся образцу типичного деревянного жилого дома (избы), распространенного на территории горного Урала в начале XVIII – первой половине XIX в., расположенному в с. Кунара Невьянского района Свердловской области.

Русскому деревянному зодчеству посвящено достаточное количество исследований, внесших, помимо своей научной основы, определенный вклад в популяризацию наследия: «Русское деревянное зодчество Урала» Е.Н. Бубнова (1988 г.); «Русское народное зодчество в Западной Сибири» Е.А. Ащепкова (1950 г.); «Русское деревянное зодчество» А.В. Ополовникова (1983 г.); «Архитектурная деревянная резьба юга Тюменской области второй половины XIX – начала XX вв.: художественно-стилистические особенности» Е.М. Козловой-Афанасьевой (2004 г.).

Вместе с тем до сих пор не прослеживаются отношения к деревянной народной архитектуре как к культурному наследию, которое необходимо беречь и сохранять. Особенно это касается массовых и типичных для своей эпохи жилых домов, в которых многим не видится ничего особенного. Между тем простые рубленые из бревен дома под двускатными крышами составляли ос-

нову архитектурной ткани поселков- и городов-заводов горного Урала, и потому их единичные сохранившиеся примеры вследствие значительной доли утрат становятся по-настоящему уникальными памятниками культуры, достойными общественного внимания, постановки на государственную охрану, принятия всего комплекса мер по их сохранению и популяризации.

Рассматриваемая в статье изба срублена из крупных бревен, перекрыта двускатной самцово-слеговой крышей и имеет довольно простую композицию главного фасада на два оконных проема, что уже наводит на предположение о ее значительной древности.

Цель исследования заключается в установлении соответствия рассматриваемого объекта основным параметрам наиболее массового жилища в городах- и поселках-заводах горного Урала (главным образом, в демидовских заводах, поскольку объект относится к территории, связанной исторически с Невьянским заводом Демидовых) первой половины XVIII в.

Объект исследования – сохранившийся исторический деревянный дом в с. Кунара Невьянского района Свердловской области. Предмет исследования – характеристики объекта и их соответствие характеристикам наиболее массового жилого дома при демидовских заводах: конструктивной основе, объемно-пространственной структуре, архитектурной композиции фасадов.

Методология исследования определена темой и спецификой поставленных задач. Среди общенаучных методов на первый план встают анализ, сравнение, сопоставление, обобщение и объяснение. Из специальных – метод ретроспективного анализа, который используется для воссоздания истории отдельного объекта.

Материалы и источники представлены архивными документами и литературой. Основным методом сбора информации стало проведение системных библиографических и историко-архивных изысканий, главным образом, в Государственном архиве Свердловской области.

Типичная массовая застройка в городах-заводах горного Урала

На плане Верхнетагильского завода 1735 г. показан завод и селитебная территория, представляющая собой ряды дворовых мест вдоль заводского пруда (рис. 1). На архаичных планах XVIII в. планировка дома и дворового участка показывается как единая композиционная единица.

Стандартный (типовой) дом (можно также использовать понятие «изба») состоит из двух секций: горницы и сеней. Сени, соответственно, меньше и примыкают к горнице с заднего фасада. Внутри горницы в углу расположена печь (на плане обозначена квадратом с перекрестием по диагонали) (рис. 2).

Во многом за счет заднего расположения сеней дома обывателей были ориентированы продольной осью перпендикулярно улице (торцевым фасадом), что позволяло формировать компактную планировку усадьбы с въездом с улицы. Внутри усадьбы перед домом формировался небольшой двор, а за домом размещался огород.

Если сравнить план Верхнетагильского завода 1735 г. и зарисовку застройки завода 1734 г., то можно сформировать более полное представление о таком доме не только в части планировочного решения, но и в аспекте объ-

емно-пространственной структуры и даже композиционного решения фасадов. Изба представляла собой горницу с сенями под двускатной крышей на два окна по уличному фасаду и на один оконный проем, обращенный во внутриворотовое пространство. Вход осуществлялся через дверной проем в сенях (рис. 3).

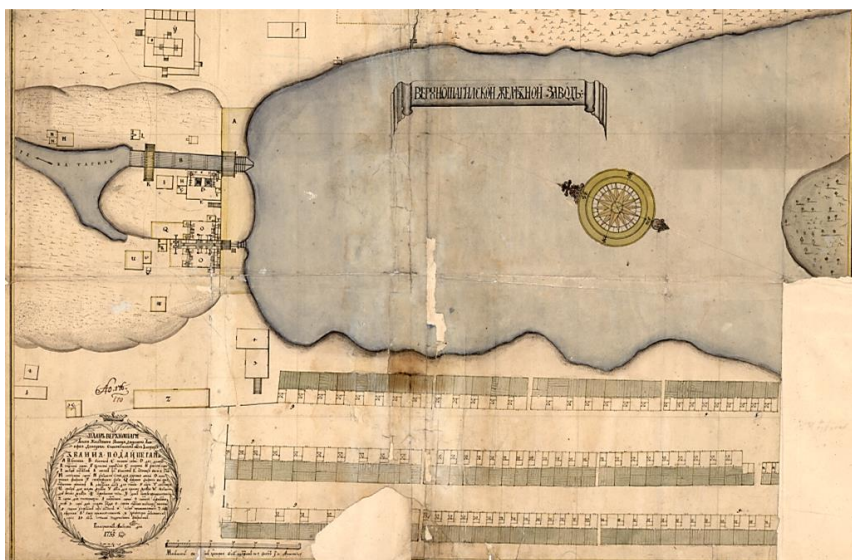


Рис. 1. План Верхнетагильского железоделательного завода дворянина А. Демидова в Сибирской губернии, 1735 г. [1]

Fig. 1. Plan of Demidov's Verkhnetagilsky ironworks in the Siberian province, 1735 [7]

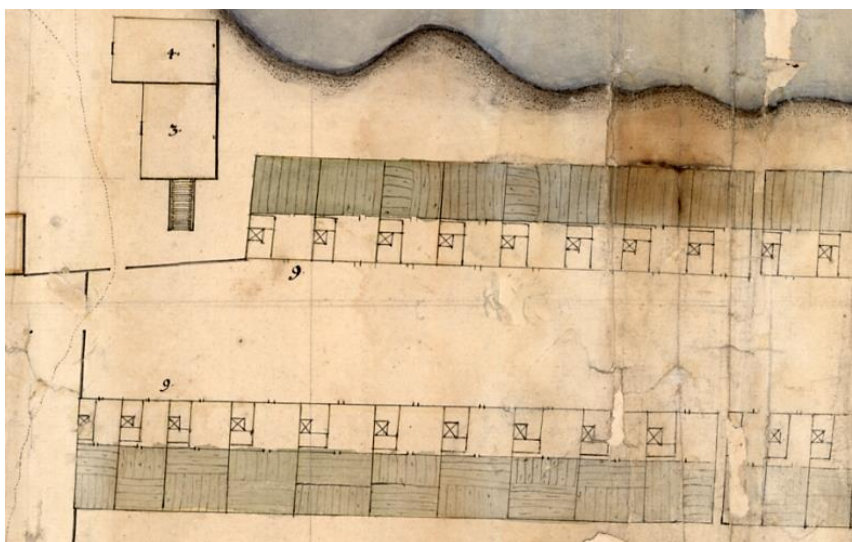


Рис. 2. Фрагмент плана Верхнетагильского завода, 1735 г.:
9 – «Квартеры обывательские» [1]

Fig. 2. Fragment of the plan of the Verkhnetagilsky factory, 1735:
9 – flats for residents [7]

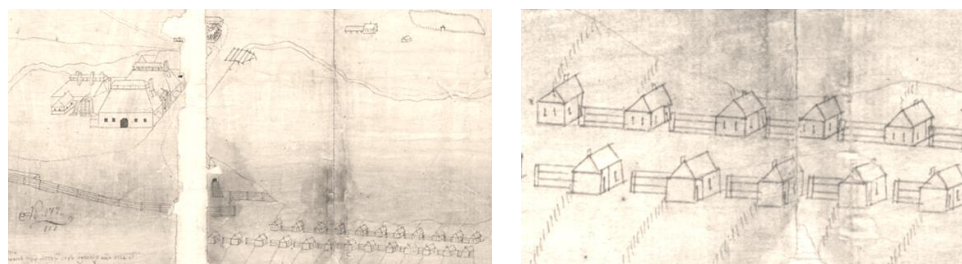


Рис. 3. Зарисовка (фогельрис) Верхнетагильского завода дворянина Аники Демидова, 1734 г. Справа – фрагмент жилой группы [2]

Fig. 3. Sketch of the Verkhnetagilsky factory, 1734 [8]. On the right: residential houses

Подобное объемно-планировочное решение домов можно наблюдать и на зарисовке усадебных дворов Ревдинского завода, однако с тем лишь отличием, что на боковом фасаде избы отмечено не одно, а два окна (рис. 4).

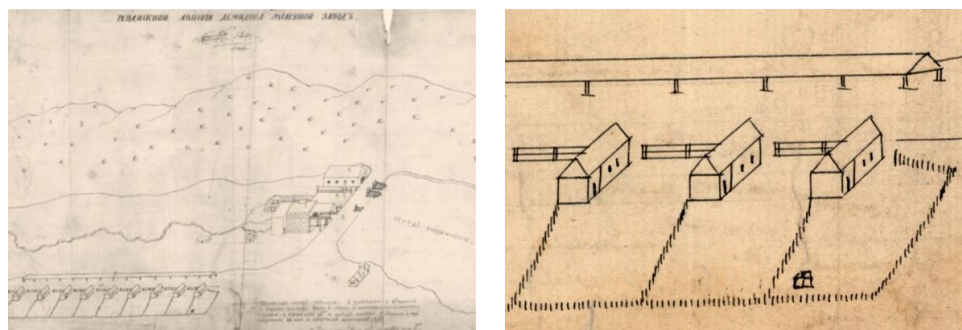


Рис. 4. Зарисовка (фогельрис) Ревдинского завода, 1734 г. Справа – фрагмент жилой группы [3, л. 1]

Fig. 4. A sketch of the Revda factory, 1734. On the right: residential houses

Аналогичное решение жилых домов характерно и для застройки Нижнетагильского завода. Любопытным отличием является, пожалуй, единственное окно по уличному торцевому фасаду (рис. 5).

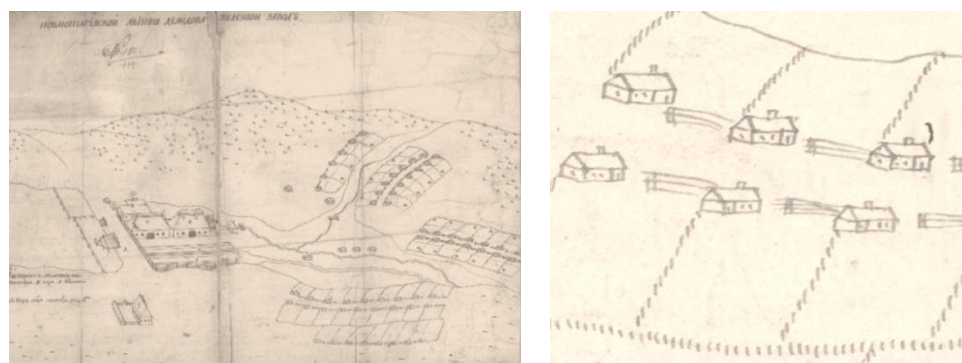


Рис. 5. Зарисовка (фогельрис) Нижнетагильского завода, 1734 г. Справа – фрагмент жилой группы [4]

Fig. 5. A sketch of the factory in Nizhny Tagil, 1734. On the right: residential houses

Массовый жилой дом для мастеровых и солдат внутри Екатеринбургской крепости в начале XVIII в. строился совсем иначе: его рубленые сени располагались не позади горницы, а сбоку от нее. Тем не менее небольшая часть домов, судя по фогельрису Ушакова, была также решена с задним, относительно горницы, расположением сеней (рис. 6, 7). По всей видимости, данный тип дома – на два окна по уличному фасаду под двускатной крышей – сохранялся как основной или наиболее массовый на протяжении всего XVIII в.

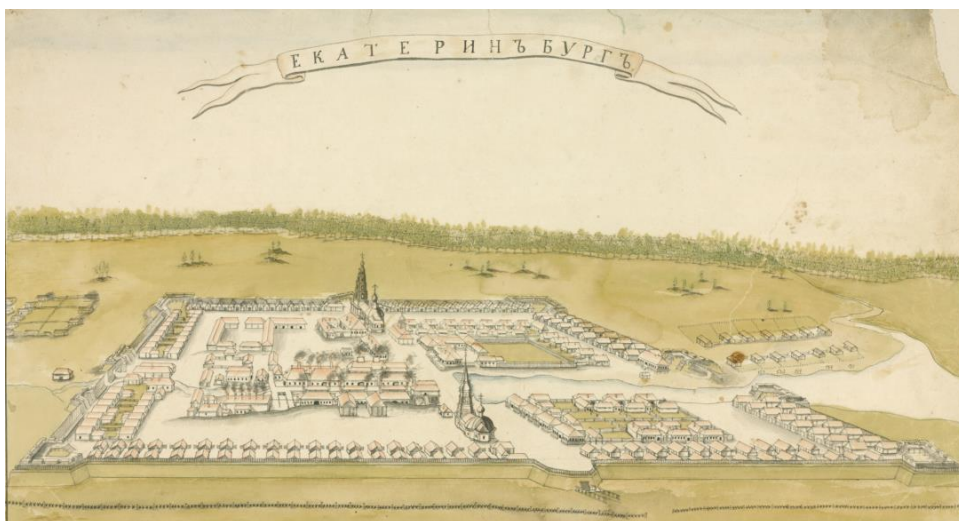


Рис. 6. Екатеринбург, 1734 г. Фогельрис И. Ушакова [5]

Fig. 6. Yekaterinburg, 1734. Created by I. Ushakov

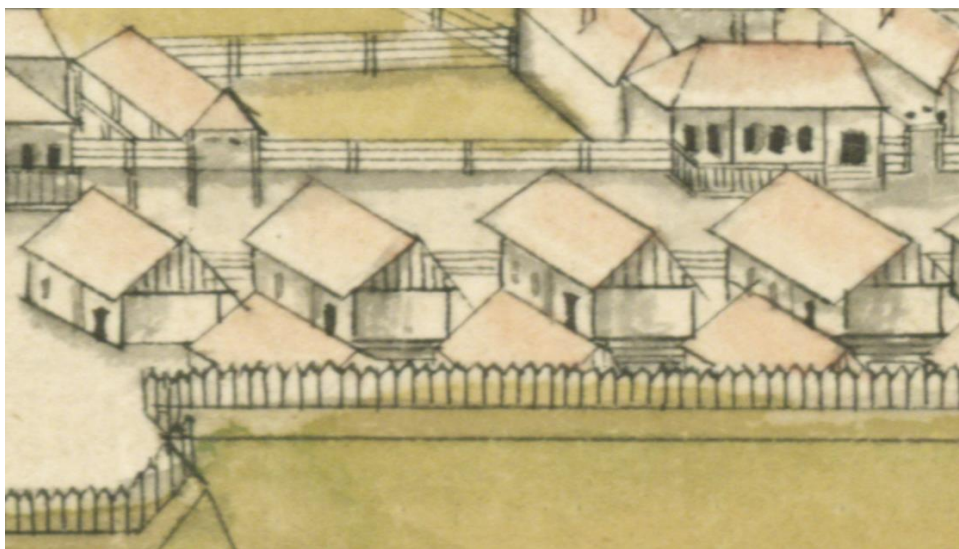


Рис. 7. Фрагмент фогельриса И. Ушакова, 1734 г. с домами в восточной части крепости с задним расположением сеней [5]

Fig. 7. Houses in the eastern part of the fortress with porches at the rear. Created by I. Ushakov in 1734

«План Верхнейвинского господина Ивана Яковлева завода» 1798 г. все также фиксирует дома с двускатными крышами на два окна по уличному фасаду. Данный чертеж детализирует крышу дома – она не стропильная, а самцово-слеговая (рис. 8). Предыдущие зарисовки домов других заводов, представленные выше, изображали крышу схематично – как бы с фронтоном, из-за чего может создаться впечатление, что она являлась стропильной. На самом деле крыша являлась самцово-слеговой.



Рис. 8. Фрагмент «Плана Верхнейвинского господина Ивана Яковлева завода», 1798 г. [6]
Fig. 8. Fragment of the Plan of the Verkhnevinsky Plant of Ivan Yakovlev, 1798 [6]

Дом на два окна по уличному фасаду и с задними сенями был распространен в начале XVIII в. и в застройке Москвы [7]. Поэтому можно отметить, что жилые дома уральских заводов были решены в традициях русского деревянного зодчества.

Дом в с. Кунара

Рассматриваемый дом находится в с. Кунара Невьянского района Свердловской области. Село расположено в 20 км от г. Невьянска на р. Кунарке, впадающей в оз. Аятское.

С начала XVIII в. на восточном склоне Среднего Урала сложился первый горнозаводской район. С его образованием возник новый для Урала тип поселений при таких металлургических заводах, как Невьянский, Нижнетагильский, Екатеринбургский и др. Именно к такому типу поселений относится с. Кунара.

Деревня Кунара впервые упоминается в переписи, проведенной полковником Толбузиным в 1734 г. Первопоселенцами Кунары стали демидовские крепостные, переведенные из Невьянска. Крепостные занимались заготовкой древесного угля и поставкой его на завод [8].

После смерти Акинфия, а затем Прокофия Демидовых Кунара перешла во владение династии заводчиков Яковлевых. Несмотря на это обстоятельство,

местные жители до настоящего времени отождествляют прошлое своего села исключительно с эпохой Демидовых. Это касается, в частности, и сельской архитектуры: в обиходе бытуют такие выражения, как застройка «по-демидовски», т. е. застройка плотно подогнанных друг к другу усадеб, или «первый демидовский дом» – так говорят о рассматриваемом доме. Среди местных жителей существует легенда, что это первый дом в Кунаре и построил его в XVIII в. бежавший с Невьянского завода крестьянин Кунарин.

Дом решен как рубленая из бревен изба-четырёхстенок без фундамента с прирубом-сенями, срубленным в полбревна (рис. 9, 10). Венцы основного объема имеют довольно крупный диаметр в 360–440 см.



Рис. 9. Дом в Кунаре. Уличные фасады. Фото авторов, 2025 г.
Fig. 9. House in Kunar. Street-facing facades. Photo by the authors, 2025



Рис. 10. Дом в Кунаре. Дворовые фасады. Фото авторов, 2025 г.
Fig. 10. House in Kunar. Photo by the authors, 2025

Дом перекрыт двускатной самцово-слеговой крышей. На главном фасаде устроены два оконных проема, на дворовом – один; вход осуществляется через сени со стороны дворового фасада. Сени представляют собой три стены, прирубленные к основному объему (рис. 10).

В своем исследовании Е.Н. Бубнов отмечает следующее: «Капитальные четырехстенные избы на Урале распространены с сенями и без сеней... Стремление крестьянина к сохранению тепла в избе... выразилось в устройстве в жилище прируба-сеней... Часто на Урале три самостоятельные стены сеней приставлены сзади избы как холодные, рубят из более тонкого и мелкого леса, чем избу» [9, с. 59].

При входе в горницу из сеней справа расположена печь, что соответствует планировке дома Верхнетагильского завода.

Заключение

В результате проведенного исследования установлено следующее: дом в селении Кунара по своим параметрам – конструктивной основе, объемно-пространственной структуре и композиции фасадов – соответствует типичному жилому дому заводов горного Урала первой половины XVIII в. Учитывая, что на Урале с середины XIX в. использовалась стропильная конструкция для крыши, можно предварительно установить предполагаемый диапазон возникновения избы в промежутке между началом (первой половиной) XVIII в. и серединой XIX в.

Таким образом, исследуемый дом обладает одновременно высокой репрезентативностью исторической застройки городов- и поселков-заводов горного Урала и, вследствие значительной доли утрат аналогов, признаками уникального сохранившегося образца массового жилого дома периода первой половины XVIII – середины XIX в.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. План Верхнетагильского железоделательного завода дворянина А. Демидова в Сибирской губернии. 1735 г. // Государственный архив Свердловской области (ГАСО). Ф. 59. Оп. 7. Д. 964.
2. План Верхнетагильского железоделательного завода дворянина А. Демидова в Сибирской губернии. 1734 г. // ГАСО. Ф. 59. Оп. 7. Д. 967.
3. Планы фабрик и обывательских строений Ревдинского медеплавильного завода дворянина Г. Демидова в Казанской губернии. Рукописный. Составитель: унтершхтмейстер Медведевский // ГАСО. Ф. 59. Оп. 7. Д. 1389.
4. План Нижнетагильского железного завода Акинфия Демидова. 1734 г. Рукописный // ГАСО. Ф. 59. Оп. 7. Д. 2864.
5. Геннин, В. Описание уральских и сибирских заводов. Рукопись // ОР РНБ. Ф. X. 11.
6. План Верхнейвинского завода И. Яковлева в Пермской губернии, 1798 г. // ГАСО. Ф. 59. Оп. 7. Д. 956.
7. Белецкая, Е., Крашенинникова, Н., Чернозубова, Л., Эрн, И. «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII–XIX вв. Москва : Гостройиздат, 1961. 206 с.
8. Крутеева, Ю., Ройзман, Е. Домик в Кунаре: цветы и голуби кузнеца Кириллова. Екатеринбург : TATLIN, 2014. 176 с.
9. Бубнов, Е.Н. Русское деревянное зодчество Урала. Москва : Стройиздат, 1988. 191 с.

REFERENCES

1. Plan of the Verkhnetagilsky ironworks of the nobleman A. Demidov in the Siberian province. 1735. GASO, Form 59, List 7, File 964. (In Russian)

2. Plan of the Verkhnetagil ironworks of nobleman A. Demidov in the Siberian province. 1734. GASO, Form 59, List 7, File 967. (In Russian)
3. Plans of factories and residential buildings of the Revda copper smelter of nobleman G. Demidov in the Kazan province. Handwritten. Compiled by Unterschichtmeister Medvedevsky. GASO, Form 59, List 7, File 1389. (In Russian)
4. Plan of the Nizhny Tagil ironworks of Akinfiy Demidov. 1734. Handwritten. GASO, Form 59, List 7, File 2864, P. 4. (In Russian)
5. *Gennin, G.V., de.* Description of Siberian factories. OR RNB. Form 10. File 11. (In Russian)
6. Plan of the Verkhneyvinsky plant by I. Yakovlev in the Perm province, 1798. GASO, Form 59, List 7, File 956. (In Russian)
7. *Beletskaya, E., Krashennnikova, N., Chernozubova, L., Ern, I.* "Model" Projects in Residential Construction in Russian Cities of the 18–19th Centuries. Moscow: Gosstroizdat, 1961. 206 p. (In Russian)
8. *Kruteeva, Yu., Roizman, E.* House in Kunar: Flowers and Doves of the Blacksmith Kirillov. Ekaterinburg: TATLIN, 2014. 176 p. (In Russian)
9. *Bubnov, E.N.* Russian Wooden Architecture of the Urals. Moscow: Stroyizdat, 1988. 191 p. (In Russian)

Сведения об авторах

Букин Олег Николаевич, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, bukin77@yandex.ru

Ситникова Елена Владимировна, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, elensivtomske@yandex.ru

Authors Details

Oleg N. Bukin, Graduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, bukin77@yandex.ru

Elena V. Sitnikova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, elensivtomske@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.02.2026
Одобрена после рецензирования 05.03.2026
Принята к публикации 20.03.2026

Submitted for publication 13.02.2026
Approved after review 05.03.2026
Accepted for publication 20.03.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 124–134.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 124–134.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.01

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-124-134>

EDN: GLXPXC

КЛЮЧЕВЫЕ КОНЦЕПТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИНИМАЛИСТИЧНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Татьяна Валентиновна Гудкова, Елизавета Алексеевна Росс

Новосибирский государственный

архитектурно-строительный университет, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью системного понимания архитектурного минимализма, впервые оформившегося в конце 80-х и проявившего себя наиболее ярко в 90-е гг. XX в., как метода проектирования, теоретическая база которого остается до сих пор фрагментарной и полемичной.

Целью работы является выявление ключевых концептов проектного метода архитектурного минимализма. Исследование построено на анализе работ теоретиков и практиков минимализма этого периода, подошедших фундаментально к теории минимализма: Витторио Греготти, Франко Бертони, Джона Поусона и Питера Цумтора. Также была изучена коллективная монография под редакцией Анджели Сакс (Ф. Урспрунг, И. Руби и А. Руби, А. Сакс).

В *результате* анализа выявлены и систематизированы четыре взаимосвязанных концепта, составляющих ядро проектного метода: 1) критико-методологический (минимализм как критическая редукция и диалог с контекстом); 2) историко-генеалогический (формальные истоки и связь с Minimal Art); 3) феноменологический (редукция для создания интенсивного чувственного опыта); 4) социокультурный (минимализм как поле столкновения художественных, рыночных и критических векторов).

Выводы. Сущность архитектурного минимализма раскрывается в диалектическом напряжении между выявленными концептами. Это позволяет ему сохранять статус актуальной проектной парадигмы, комплексно отвечающей на вопросы критики, генезиса, восприятия и роли архитектуры в культуре.

Ключевые слова: архитектурный минимализм, проектный метод, концепты проектирования, редукция, феноменология, критическая теория, социокультурный анализ

Для цитирования: Гудкова, Т.В., Росс, Е.А. Ключевые концепты проектирования минималистичной архитектуры // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 124–134. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-124-134>. EDN: GLXPXC

ORIGINAL ARTICLE

KEY CONCEPTS OF MINIMALISTIC ARCHITECTURAL DESIGN

Tatiana V. Gudkova, Elizaveta A. Ross

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, Russia

Abstract. This study presents a systematic understanding of architectural minimalism, a design methodology that initially coalesced in the late 1980s and attained its most definitive articulation in the 1990s, whose theoretical underpinnings remain, to this day, fragmentary and polemical.

Purpose: The aim of this work is to identify the key concepts of the architectural minimalism design approach.

Methodology/approach: This study is based on the analysis of works of theorists and practitioners of minimalism from this period who took a fundamental approach to the theory of minimalism: Vittorio Gregotti, Franco Bertoni, John Pawson, and Peter Zumthor.

Research findings: Four interrelated concepts are identified that constitute the design method: 1) the critical-methodological (minimalism as critical reduction and contextual dialogue); 2) historical-genealogical (formal origins and connection to Minimal Art); 3) phenomenological (reduction as a means to generate an intensified sensory experience); 4) sociocultural (minimalism as a site of convergence for artistic, commercial, and critical forces).

Value: Architectural minimalism is revealed through the dialectical tension between these concepts. This sustains its relevance as a contemporary design paradigm, capable of providing integrated responses to questions of architectural critique, genesis, perception, and cultural agency.

Keywords: architectural minimalism, design method, design concept, reduction, phenomenology, critical theory, sociocultural analysis

For citation: Gudkova, T.V., Ross, E.A. Key Concepts of Minimalistic Architectural Design. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 124–134. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-124-134>. EDN: GLXPXC

Введение

Феномен архитектурного минимализма, оформившийся как заметное явление к концу 1980-х гг., с самого начала избегал однозначных определений. Является ли он стилем, методом проектирования, этической позицией или рыночным трендом? Разрешение этой терминологической путаницы требует выхода за рамки формального описания архитектурного минимализма. В научных источниках он становился объектом систематизации через призму интерпретационных моделей – от стилового возрождения модернизма до критики потребительства и феноменологического опыта, что нашло отражение в обобщающей статье В. Стевановича (2013) [1]. Однако подобные классификации смещают фокус внимания на дискурс, складывающийся вокруг архитектурного минимализма, оставляя в стороне концепты проектирования.

Цель настоящей статьи – выявить и сопоставить не интерпретационные модели (что такое архитектурный минимализм), а концепты проектного минималистического метода (как проектировать в архитектурном минимализме), которые наиболее полно сформулировали архитекторы-практики и теоретики.

Мы утверждаем, что сущность архитектурного минимализма раскрывается именно в напряжении между этими конкурирующими трактовками.

Ключевым методом анализа в статье является сравнительный анализ, который служит основой для применения методов систематизации (классификации концептов) и диалектического анализа (выявление противоречий и парадоксов минимализма). В качестве важного теоретического контекста, систематизирующего разнообразие трактовок минимализма, нами была привлечена работа В. Стевановича (2013) [1], в которой автор выделяет ключевые интерпретационные модели феномена (общие теоретические ракурсы). В статье есть описание каждой модели, но нет их названий, поэтому нами были даны обобщенные наименования каждой модели (табл. 1).

Таблица 1

**Интерпретационные модели архитектурного минимализма
(что такое минимализм) по В. Стевановичу**

Table 1

Interpretive models of architectural minimalism according to V. Stevanovich

Название интерпретационной модели	Ключевая идея	Авторы, которые описывали качества и признаки минимализма
Циклическая модель	Минимализм как очередная фаза в вечном цикле архитектуры: за периодом излишеств всегда следует возврат к чистоте и аскезе	Т. Рилей (T. Riley) – выставка Light Construction; Сави и Монтанер (Savi, Montaner) – выставка Less is More; Греготти (Gregotti) – журнал Rasegna: Minimal
Этико-философская модель (созерцание или консюмеризм)	Минимализм как этический и духовный ответ на материализм общества	Такео Таки (Taki), Ауэр (Auer), Паусон (Pawson) – книга Minimum; Бертони (Bertoni)
Постмодернистская модель (нейтральность или wallpaperization)	Минимализм как «пустой знак» эпохи глобализации, колеблющийся между нейтральностью и превращением в товар	Ибелингс (Ibelings) – Supermodernism: Architecture in the Age of Globalization; Дженкс (Jencks); МакАртур (Macarthur); Гримшоу (Grimshaw) – термин wallpaperization
Междисциплинарная модель (связь с Minimal Art)	Заемствование термина и формального языка у американского минималистского искусства 1960-х гг. при различии целей	Куспит (Kuspit), Селант (Celant), Фостер (Foster), Краусс (Krauss), Урспрунг (Ursprung)
Феноменологическая модель (телесный опыт)	Минимализм как мультисенсорный, телесный опыт восприятия, где важны материальность, свет, тишина, тактильность	Ауэр (Auer), Палласмаа (Pallasmaa), Холл (Holl), многие авторы журнала Rasegna (1988)

Окончание табл. 1
End of table 1

Название интерпретационной модели	Ключевая идея	Авторы, которые описывали качества и признаки минимализма
Региональная модель (локальные традиции + строгий модернизм)	Минимализм как выражение специфических культурных кодов: японский минимализм, средиземноморский минимализм, швейцарский минимализм, лондонский минимализм	Аван и Врагназ (Avon, Vragnaz), Мелхьюиш (Melhuish), Ипма (Ypma), Сави и Монтанер (Savi, Montaner)
Неомодернистская модель (второй модернизм)	Минимализм как очищенная от утопии, технологичная версия модернизма	Дженкс (Jencks), Ибелингс (Ibelings), МакАртур (Macarthur)

Можно констатировать, что, являясь ценным инструментом картографирования дискурса, эти модели отвечают преимущественно на вопрос о его происхождении и внешних признаках, оставляя в стороне метод проектирования.

Обсуждение результатов

Благодаря достаточно большой базе исследовательских работ, посвященных минимализму, и их систематизации, в том числе и В. Стевановичем [1], нами были выявлены ключевые научные источники, где наиболее полно описаны концепты проектирования архитектурного минимализма.

1. Журнал *Rassegna. Critica e storia dell'architettura* [2] был одним из важнейших и наиболее влиятельных периодических изданий среди интеллектуальных кругов в области архитектурной теории и критики в Европе, особенно в Италии. Его основатель и бессменный главный редактор Витторио Греготти, являясь одним из важнейших архитектурных критиков второй половины XX в., в выпуске *MINIMAL* журнала *Rassegna* (1988) впервые поднял вопрос о существовании феномена архитектурного минимализма.

2. Монография *Minimalist Architecture* (2002) Франко Бертони [3] имеет фундаментальное значение для исследования архитектурного минимализма и относится к часто цитируемым работам, т. к. впервые в ней было систематизировано это направление как целостное философско-эстетическое явление. Это была первая и до сих пор одна из самых полных и интеллектуально насыщенных работ, которая превратила дискуссии о внешней форме архитектурного минимализма в глубокий анализ его философских, исторических и пространственных оснований. Она стала отправной точкой для всех последующих исследований, хотя со временем ее критиковали за возможное содействие коммерциализации минимализма.

3. Монография *Minimal Architecture* (2003) Филиппа Урспрунга, Илки и Андреаса Руби, Анджели Сакс [4] представляет собой фундаментальное исследование, которое радикально переориентировало дискуссию о минимализме в архитектуре. В ней минимализм представлен не как стилевое направ-

ление, а как столкновение художественных, архитектурных, рыночных и социально-культурных векторов. Цель книги – не закрепить значение термина, а исследовать, как и почему он функционирует в культуре.

4. Книга *Minimum* (1996) Джона Поусона [5], ключевой фигуры архитектурного минимализма, представляет собой не столько манифест минимализма, сколько его глубокое исследование как инструмента восприятия, где радикальное упрощение формы работает на обострение чувственного опыта света, материала, пустоты и тишины. Эта работа систематизировала метод Поусона «совершенства через вычитание», тесно связав его с традициями японской эстетики «Ма» и аскетизмом цистерцианской архитектуры. Хотя ее часто используют как пример канона визуального минимализма, ее главная ценность – в демонстрации того, как сведение к сущности создает пространство для интенсивного, почти медитативного переживания реальности, что сближает Поусона с Питером Цумтором в области использования феноменологической редукции как инструмента создания минималистичных решений.

5. Книга *Thinking Architecture* (2006) Питера Цумтора [6], включающая эссе 1988–1996 и 1998–2004 гг., представляет уникальный подход, который часто ассоциируется с архитектурным минимализмом, однако с существенной оговоркой: минимализм Цумтора интерпретируется как феноменологический проектный метод, использующий редукцию формы для выявления сущности пространства, материи и памяти. Его цель – не минимализм как самоцель, но сдержанность как средство акцентирования фундаментальных архитектурных категорий: пространства, света, материала. Работа систематизирует философию «архитектуры присутствия», став важной точкой отсчета в дискуссиях об архитектурно-пространственном перцептивном опыте. Примечательно, что концептуальные основы подхода Цумтора формировались в тот же период (конец 1980-х – 1990-е гг.), когда кристаллизовался метод Джона Поусона. Эта синхронность указывает на то, что феноменологическая редукция служила общим полем концептуальных экспериментов, в котором радикальное «совершенство через вычитание» Поусона и сущностно-ориентированная редукция Цумтора образовали два взаимодополняющих полюса единого методологического поиска.

Сравнительный анализ всех вышеперечисленных текстов, наиболее полно затрагивающий период становления и расцвета архитектурного минимализма (80–90-е гг. XX в.), позволил нам выявить четыре фундаментальных концепта, образующих ядро минималистичного проектного метода, каждый из которых предлагает уникальный ракурс, а их пересечение создает поле для всестороннего понимания самого феномена.

Критико-методологический концепт проектирования (Витторио Греготти, выпуск *Minimal* журнала *Rassegna*, 1988 [7]). Греготти предложил трактовать минимализм не как стиль, а как архитектурный критический и концептуальный метод современной архитектуры. Он представил минимализм через редукцию – вычитание избыточности, направленное на обнаружение сущностных, архитектурных архетипических основ. Это действие он описал как форму сопротивления эклектике постмодернизма. Ключевым вопросом, который поднял Греготти и развили авторы выпуска (М. Феррарис [8], Дж.-Л. Матео [9], С. Марпиллеро [10]), стал *вопрос о месте* (il luogo). Усилили эту пози-

цию Аннализа Авон и Джованни Врагназ [11], представив архитектурный минимализм с феноменологической и культурно-философской позиций. Они сместили акцент на опыт восприятия и онтологию архитектурного объекта.

Вводная статья Греготти [7] – это рассуждение не просто о физическом контексте, а о том, как метод проектирования минималистичного объекта через жест взаимодействия редукции и материи может активировать диалог с конкретным контекстом. Авторская задача Греготти была решена путем выявления понимания минималистского объекта не как самодостаточного, внеконтекстуального артефакта, а как нового критического и методологического инструмента работы со средой для раскрытия и изменения смысла самой среды. В этом выпуске он сместил фокус определения явления минималистичной архитектуры с формального вопроса «как это выглядит» на проблематику процесса и смысла «как это действует, вопрошает и укореняется». Минимализм в этой трактовке – не эстетика простых форм, а стратегия работы с контекстом через двойное отношение: произведение раскрывает среду, а среда наполняет смыслом произведение.

Историко-генеалогический концепт проектирования (Франко Бертони, *Minimalist Architecture*, 2002 [3]). Монография Франко Бертони посвящена вопросу о формальном происхождении языка минимализма, прослеживая его связь с минимализмом в искусстве, японской эстетикой и традицией модернизма. Он сформулировал ключевые принципы (свет, геометрия, тактильность материалов, пустота), определил основных авторов (Андо, Поусон, Цумтор и др.) и зафиксировал момент зрелости течения.

Сравнение архитектуры 1990-х гг. с эстетикой и философией американского Minimal Art 1960-х гг. (Джадд, Флавин, Андре) позволило Бертони выявить прямое заимствование ключевых концептов: примат физического присутствия объекта над репрезентацией, антикомпозиционность, индустриальную материальность. Однако его ключевое открытие состоит в выявлении фундаментального противоречия между минималистичной архитектурой и минималистичным искусством, которое происходит при переходе через дисциплинарную границу. Minimal Art стремился к дематериализации, открытости, вовлечению зрителя в пространство вокруг объекта. Архитектурный минимализм, напротив, заимствуя формальный словарь, на взгляд автора, создает интровертные, четко ограниченные объекты с непрозрачными границами, отсекающие внешний мир. Эта интроверсия, по Бертони, уходя корнями в цистерцианскую аскезу и критику технократического утопизма модернизма, не была случайной, а отражала поиск защищенного пространства для его созерцания.

Социокультурный концепт проектирования (Илка и Андреас Руби, Анджели Сакс, Филип Урспрунг *Minimal Architecture*, 2003 [4]). Монография представляет собой анализ минималистичной архитектуры, начиная от поиска формальных истоков до ее функционирования как динамического социокультурного феномена. Авторы монографии отказываются от фиксации канона, рассматривая минимализм как «проекционную поверхность для идей», на которой различные силы (художественные, архитектурные, рыночные, критические) ведут борьбу за значение и символический капитал. Так, Илка и Андреас Руби предлагают концепт, основанный на социокультурном подходе, представляя его как ди-

намическое поле диалога между искусством, архитектурой и обществом. Они структурируют свое исследование вокруг трех ключевых категорий, которые не только описывают эволюцию и разные аспекты минимализма в архитектуре, но и фиксируют разные грани проектного метода архитектурного минимализма, проводя анализ его диалектической трансформации внутри системы культурного производства.

Во-первых, это Essential Minimalism/Эссенциальный минимализм – то, что обычно ассоциируется с каноническим минимализмом в архитектуре (чистые геометрические формы, гладкие поверхности, отсутствие декора, акцент на материалах и пространстве). Сюда авторы относят таких архитекторов, как Джон Поусон, Клаудио Сильвестрин, Тадао Андо, Петер Цумтор. Во-вторых, это Meta-Minimalism/Мета-минимализм – архитектура, которая использует формальный язык минимализма, но не как самоцель, а как стратегию, часто с иронией или критической дистанцией. Примеры: Херцог & де Мёрон, Доминик Перро, Рем Колхас – архитекторы, которые работают с минималистскими формами, но наполняют их дополнительными смыслами, контекстуальными отсылками или медийными слоями. В-третьих, это Trans-Minimalism/Транс-минимализм – теоретическая и практическая попытка выйти за пределы чисто формального заимствования из минималистичного искусства. Речь идет о том, чтобы перенести в архитектуру не просто «внешность» минимализма, а его концептуальную основу: устранение границ между объектом и пространством, активацию окружения, интерактивность восприятия. Такой авторский подход стремится преодолеть закрытость «объектного» минимализма в архитектуре и расширить понимание минимализма не как стиля, а как метода проектирования архитектуры.

Филипп Урспрунг в своей монографии радикально противопоставляет генезис минимализма и его последующую культурную рецепцию, связанную с ним. Он детально доказывает, что американский Minimal Art 1960-х гг. (Джадд, Фламин, Андре) был феноменом экспансии, направленным на разрушение границ объекта и активацию «реального пространства» зрителя, и сознательно отвергал европейский модернистский редукционизм («меньше – значит больше») и поиск сущности. Европейский архитектурный «Сущностный минимализм» 1980–1990-х гг. (Поусон, Цумтор, Сильвестрин), формально заимствуя язык Minimal Art, наполняет его противоположным смыслом: он создает интровертные, герметичные объекты-бастионы, которые не расширяются в мир, а отгораживаются от него, возводя границу и возвращаясь к поиску аутентичности и сущности.

Концепт проектирования, представленный в монографии, объясняет, во что превращается критический жест минимализма в системе культурного производства архитектуры.

Феноменологический концепт проектирования (Джон Поусон *Minimum*, 1996 [5], Петер Цумтор *Thinking Architecture*, 2006 [6]). Если концепт проектирования, описанный Бертони, строится на генезисе минимализма, то феноменологический концепт архитектурного минимализма фокусируется на чувственном восприятии и переживании. Он объединяет, на первый взгляд, разных практиков. Петер Цумтор развивает нарративно-чувственную феноменологию, где архитектура – это «материализованная атмосфера», сплетаемая из памяти, тактильности материалов и «магии реального». Джон Поусон строит

визуально-геометрическую феноменологию, где архитектура – это «совершенство, достигнутое путем вычитания», создающее идеальную рамку для чувственного восприятия. Но при этом оба автора используют в качестве инструмента редукцию.

Целью редукции является создание фона для восприятия: у Цумтора – резонирующего фона с «теплой» материальностью, а у Поусона – «нейтрального» фона, в основе которого – «холодная» абстракция. Этот фон сосредотачивает внимание пользователя на лучах света, фактуре стены, звуке шагов, ощущении собственного тела в пространстве. Она демонстрирует, как архитектурные приемы в конечном итоге работают на создание среды полного физического и эмоционального погружения, где архитектура перестает быть объектом и становится интенсивным, длящимся событием. Таким образом, этот концепт смещает акцент с визуальной формы на интенсивный телесный и чувственный опыт внутри архитектурной оболочки, созданной методами, описанными Греготти и Бертони.

Таким образом, выявленные нами концепты проектного метода соотносятся с интерпретационными моделями В. Стевановича как практика с теорией (табл. 2). Его модели описывают внешние ракурсы восприятия минимализма, наши концепты вскрывают внутренние механизмы его порождения. Так интерпретационная феноменологическая модель констатирует важность чувственного опыта, а феноменологический концепт проектирования у Цумтора и Поусона показывает, каким конкретным проектным инструментом этот опыт конструируется. Постмодернистская модель В. Стевановича описывает феномен нейтральности, а социокультурный концепт Урспрунга объясняет механизмы ее возникновения в культурном производстве.

Таблица 2

Концепты проектного метода архитектурного минимализма и их связь с интерпретационными моделями (В. Стеванович)

Table 2

Concepts of architectural minimalism design method and their relationship to interpretive models according to V. Stevanovich

Концепт проектирования минималистичной архитектуры (автор)	Ключевой вопрос концепта	Основной инструмент проектирования концепта	Соответствующие интерпретационные модели В. Стевановича (внешние ракурсы восприятия архитектурного минимализма)
Критико-методологический концепт (Витторио Греготти)	Зачем?	Редукция как метод выявления сущности места и установления с ним критического диалога	<i>Региональная модель</i> (где и в какой форме проявляется?) <i>Неомодернистская модель</i> (к какой традиции принадлежит?)
Историко-генеалогический концепт (Франко Бертони)	Откуда? (каковы формальные истоки и генеалогия формы?)	Создание интровертного пространства через осознанное заимствование и трансформацию языка Minimal Art	<i>Циклическая модель</i> (когда и почему возникает?) <i>Междисциплинарная модель</i> (каковы истоки?)

Окончание табл. 2
End of table 2

Концепт проектирования минималистичной архитектуры (автор)	Ключевой вопрос концепта	Основной инструмент проектирования концепта	Соответствующие интерпретационные модели В. Стевановича (внешние ракурсы восприятия архитектурного минимализма)
Феноменологический концепт (Джон Поусон, Петер Цумтор)	Как воспринимается? (каков чувственный и телесный опыт?)	Редукция как инструмент обострения чувственного восприятия (свет, материал, толщина)	<i>Этико-философская модель</i> (какова ценностная основа?) <i>Феноменологическая модель</i> (как воспринимается?)
Социокультурный концепт (Ф. Урспрунг, И. Руби и А. Руби, А. Сакс)	Во что трансформируется? (какой культурный статус и роль в системе производства?)	Стратегическое использование языка минимализма: как эссенциальный канон, мета-критика или транс-эксперимент	<i>Постмодернистская модель</i> (какую роль играет в культуре?)

Представленное в табл. 2 сопоставление демонстрирует принципиальное различие между природой интерпретационных моделей (по В. Стевановичу) и выявленными нами концептами проектного метода. Если первые описывают архитектурный минимализм извне, фиксируя его культурные, исторические или философские трактовки (что есть феномен), то вторые раскрывают его изнутри – как операциональную систему проектных инструментов и стратегий. Каждый из четырех концептов отвечает на собственный, нередуцируемый к другим вопрос – от целеполагания («зачем?») до механизмов культурного изменения («во что трансформируется?»). Именно эта многоуровневость, а не какой-либо отдельный принцип (например, только редукция или только интроверсия) составляет методологическое ядро архитектурно-проектного метода минимализма. Так, переход от статичных интерпретационных моделей к динамическим концептам проектирования позволяет преодолеть описательность и заложить основу для практико-ориентированного анализа минималистичной архитектуры.

Заключение

Проведенный анализ позволяет утверждать, что архитектурный минимализм не может быть сведен к категориям стиля или фиксированной модели. Его устойчивость и актуальность как парадигмы коренятся в диалектическом напряжении между четырьмя выявленными концептами проектирования. Каждый из них отвечает на фундаментальный вопрос архитектурной практики: критико-методологический концепт (Греготти) – «зачем?», раскрывая минимализм как критический жест и диалог с контекстом; историко-генеалогический (Бертони) – «откуда?», прослеживая генезис его формы; феноменологический (Цумтор, Поусон) – «как воспринимается?», фокусируясь на конструировании интенсивного

чувственного опыта; социокультурный (Урспрунг, Руби, Сакс) – «во что трансформируется?», исследуя его роль в системе культурного производства.

Таким образом, сила проектного метода архитектурного минимализма заключается именно в его способности синтезировать эти разноуровневые вопросы в конкретных проектных практиках. При этом ключевые инструменты, такие как редукция, интроверсия или работа с восприятием, приобретают многозначность, выполняя в рамках разных концептов различные функции – от критического высказывания до создания перцептивного фона. Такая внутренняя сложность и полемичность превращают архитектурный минимализм не в набор догм, а в живой критический и концептуальный аппарат, способный генерировать новые смыслы и оставаться релевантным в меняющемся культурном и профессиональном контексте.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Stevanovic, V.* A Reading of Interpretative Models of Minimalism in Architecture // *METU Journal of the Faculty of Architecture*. 2013. V. 30. № 2. P. 181–194. DOI: 10.4305/METU.JFA.2013.2.10
2. *Rassegna: problemi di architettura dell'ambiente = Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988. V. 36. № 4 (Minimal). 113.
3. *Bertoni, F.* Minimalist Architecture. Berlin : Birkhäuser, 2002. 221 p. ISBN 978-3-7643-6642-1.
4. *Ruby, I., Ruby, A., Sachs, A., Ursprung, P.* Minimal Architecture. New York : Prestel Verlag, 2003. 175 p. ISBN 978-3-7913-2859-1.
5. *Pawson, J.* Minimum. London : Phaidon Press, 1996. 271 p. ISBN 978-0-7148-3262-3.
6. *Zunthor, P.* Thinking Architecture. 2nd, expanded ed. Basel ; Boston ; Berlin : Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2006. 103 p. ISBN 978-3-7643-7192-3.
7. *Gregotti, V.* Editoriale // *Rassegna: problemi di architettura dell'ambiente = Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988. V. 36. № 4. (Minimal). P. 4.
8. *Ferraris, M.* Quel che resta nell'architettura // *Rassegna: problemi di architettura dell'ambiente = Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988. V. 36. № 4 (Minimal). P. 8–15.
9. *Mateo, J.L.* Artisticità e progetto nella situazione europea // *Rassegna: problemi di architettura dell'ambiente = Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988. V. 36. № 4 (Minimal). P. 74–81.
10. *Marpillero, S.* L'insostenibile pesantezza dell'architettura // *Rassegna: problemi di architettura dell'ambiente = Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988. V. 36. № 4 (Minimal). P. 66–73.
11. *Avon, A., Vragnaz, G.* Aspetti del minimalismo in architettura // *Rassegna: problemi di architettura dell'ambiente = Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988. V. 36. № 4 (Minimal). P. 29–37.

REFERENCES

1. *Stevanovic, V.* A Reading of Interpretative Models of Minimalism in Architecture. *METU Journal of the Faculty of Architecture*. 2013; 30(2): 181–194. DOI: 10.4305/METU.JFA.2013.2.10
2. *Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988; 36(4): 113.
3. *Bertoni, F.* Minimalist Architecture. Berlin: Birkhäuser, 2002.
4. *Ruby, I., Ruby, A., Sachs, A., Ursprung, P.* Minimal Architecture. New York: Prestel Verlag, 2003. 175 p. ISBN 978-3-7913-2859-1.
5. *Pawson, J.* Minimum. London: Phaidon Press, 1996. 271 p. ISBN 978-0-7148-3262-3.
6. *Zunthor, P.* Thinking Architecture. 2nd edn. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser. Publishers for Architecture, 2006. 103 p. ISBN 978-3-7643-7192-3.
7. *Gregotti, V. (Ed.) Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988; 36(4): 4.
8. *Ferraris, M. Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988; 36(4): 74–81.

9. *Mateo, J.L. Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. V. Gregotti, Ed. 1988; 36(4): 74–81.
10. *Marpillero, S. Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988; 36(4): 66–73.
11. *Avon, A., Vragnaz, G. Rassegna: Architectural and Environmental Problems*. 1988; 36(4): 29–37.

Сведения об авторах

Гудкова Татьяна Валентиновна, канд. архитектуры, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, t.gudkova@sibstrin.ru

Росс Елизавета Алексеевна, соискатель, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008 г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, elizabeth.a.ross@yandex.ru

Authors Details

Tatiana V. Gudkova, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, t.gudkova@sibstrin.ru

Elizaveta A. Ross, External Doctorate Student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, elizabeth.a.ross@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 135–148.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 135–148.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.03

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-135-148>

EDN: MEBJZA

СИСТЕМА ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ТРАДИЦИОННОЙ АРХИТЕКТУРЫ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ ГЕНЕЗИС И СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ

Иван Сергеевич Герасименко

*Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета,
г. Ростов-на-Дону, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* Исследование посвящено традиционной архитектуре Северной Осетии, которая рассматривается не как статический набор памятников, а как динамическая система, сформированная под воздействием уникальных исторических и природных условий. Актуальность темы заключается в необходимости сохранения смысловой ценности наследия в условиях агрессивного роста туристического потока, создающего риск утраты идентичности региона.

Целью исследования является комплексный анализ системы формообразующих факторов горного зодчества и выявление узловых противоречий между императивом сохранения аутентичности («живого наследия») и потребностями современного туристического использования.

Методы. Работа опирается на междисциплинарный подход, объединяющий данные истории, этнографии и градостроительства. Использован метод интегрального анализа, синтезирующий структурно-средовые, социопрагматические и ментально-архетипические аспекты для построения авторской модели генезиса архитектурной формы.

Результаты. Классифицированы три группы детерминирующих факторов: природно-климатические (гелиоархитектура, использование автохтонных материалов), социально-оборонительные (влияние клановой системы и военной угрозы на типологию башен) и сакрально-мировоззренческие (символизм жилища и ландшафта). Выявлен современный социокультурный конфликт между сакральным восприятием среды локальным сообществом и потребительским поведением туристов.

Обосновано, что для успешной ревитализации наследия недостаточно технической реставрации. Предложена стратегия «архитектуры протокола» – сценарного моделирования пространства, которое через планировочные решения регулирует туристические потоки и гармонизирует их взаимодействие с сакральным контекстом территории.

Ключевые слова: Северная Осетия, традиционная архитектура, горное зодчество, башенные комплексы, формообразующие факторы, культурное наследие, сакральный ландшафт, ревитализация, архитектура протокола, туризм

Для цитирования: Герасименко, И.С. Система формообразующих факторов традиционной архитектуры Северной Осетии: исторический генезис и современные вызовы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 135–148. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-135-148>. EDN: MEBJZA

ORIGINAL ARTICLE

**THE SYSTEM OF FORMATIVE FACTORS
OF NORTH OSSETIA TRADITIONAL ARCHITECTURE:
HISTORICAL GENESIS AND MODERN CHALLENGES****Ivan S. Gerasimenko***Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

Abstract. The study is devoted to the traditional architecture of North Ossetia, which is considered not as set of monuments but as a dynamic system forming in unique historical and natural conditions. Particular urgency is given to preserving the semantic value of heritage amidst the aggressive growth of the tourist flow, which creates a risk of losing the regional identity.

Purpose: The aim of this work is a comprehensive analysis of the system of formative factors of the mountain architecture and identification of key contradictions between the authenticity preservation and needs of modern tourism.

Methodology/approach: An interdisciplinary approach includes historical, ethnographical and urban planning data. The integral analysis is used to synthesize structural-environmental, socio-pragmatic, and mental-archetypal aspects to construct the model of the architectural genesis.

Research findings: Classification in three groups is proposed for formative factors: natural-climatic (solar architecture, autochthonous materials), socio-defensive (influence of the clan system and military threat on tower typology), and sacral-worldview (symbolism of the dwelling and landscape). A modern socio-cultural conflict is shown between the sacral perception of the environment by the local community and the consumer behavior of tourists.

Value: It is shown that restoration is insufficient for the successful revitalization of heritage. A strategy of "protocol architecture" is proposed, i.e., a scenary space modeling, which regulates tourist flows through planning solutions and harmonizes their interaction with the sacral context of the territory.

Keywords: North Ossetia, traditional architecture, mountain architecture, tower complexes, form-generating factors, cultural heritage, sacral landscape, revitalization, protocol architecture, tourism

For citation: Gerasimenko, I.S. The System of Formative Factors of North Ossetia Traditional Architecture: Historical Genesis and Modern Challenges. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 135–148. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-135-148>. EDN: MEBJZA

Введение

Архитектура горных поселений Северной Осетии представляет собой уникальный историко-культурный феномен, сформировавшийся в результате сложного синтеза целого ряда факторов, действовавших на протяжении веков как мощные формообразующие силы. Данные архитектурные ансамбли – от монументальных башенных комплексов до террасных жилых структур – являются материальным воплощением «архитектурного кода» региона и демонстрируют не только стилистические черты осетинского зодчества, но и выработанные веками принципы устойчивого взаимодействия человека с суровым природно-ландшафтным контекстом [1].

Несмотря на устойчивый научный интерес к горной архитектуре Кавказа со стороны историков и этнографов, комплексные исследования ее системных закономерностей, особенно в контексте сохранения идентичности и будущего

развития, до сих пор остаются фрагментарными [2]. Архитектурная наука сталкивается с дефицитом работ, рассматривающих средневековое наследие не как статический объект охраны, а как динамическую систему, требующую интеграции в современность. Особую актуальность и новизну настоящему исследованию придает рассмотрение глобальной проблемы ревитализации наследия в условиях агрессивного роста туристического потенциала региона.

Сегодняшняя ситуация в горной Осетии характеризуется критическим противоречием. С одной стороны, происходит прогрессивное разрушение сохранившихся памятников средневекового каменного зодчества под воздействием времени и климата. С другой стороны, стихийное туристическое освоение создает риски утраты нематериальной, смысловой ценности этих мест [3].

В сложившихся условиях первостепенной научной задачей становится комплексный анализ системы детерминирующих факторов, исторически формировавших традиционный архитектурно-материальный каркас региона. Только через понимание глубинной логики морфогенеза и функционирования наследия возможно выявление скрытых и явных конфликтов, возникающих в процессе современной ревитализации исторических объектов. Исходя из этого, целью настоящей статьи определяется не просто фиксация текущего состояния памятников, а выявление узловых противоречий между императивом сохранения аутентичности и потребностями современного использования, что необходимо для выработки научно обоснованных стратегий интеграции средневекового зодчества в актуальный контекст без ущерба для его смысловой и тектонической структуры.

Изучение факторов, детерминирующих генезис и эволюцию традиционной архитектурной среды Северной Осетии, опирается на обширную историографическую базу, сформированную усилиями историков, этнографов, археологов и архитекторов. В градостроительном дискурсе систематизирующий подход был предложен Е.В. Сидельниковой, которая через призму структурной модели «природа – общество – техника – традиции» разработала классификацию внешних детерминант [2]. В рамках этой концепции выделяются четыре группы факторов: природно-климатические, выступающие как относительно статические константы (геоморфология, характеристики грунтов, специфика ландшафта); социально-демографические, характеризующиеся высокой временной динамикой (социальная стратификация, типология семьи); национальные культурно-бытовые, определяющие пространственные паттерны освоения территории; технико-экономические, формирующие материально-технологический базис строительства.

Фундаментальный вклад в понимание онтологии собственно башенного пространства внес С.Д. Сулименко [4]. В его теоретических построениях архитектурный объект рассматривается не только как результат функционально-рационалистического ответа на внешние вызовы, но и как продукт глубинных культурологических процессов. Автор акцентирует внимание на дуализме факторов формирования, где утилитарная логика неразрывно связана с мифопоэтическими аспектами и генезисом архитектурного архетипа, что позволяет интерпретировать башню как сложный семантический текст культуры.

В свою очередь, вектор исследований В.Х. Тменова смещен в плоскость исторического прагматизма и социологии архитектуры [5]. Рассматривая ба-

шенные комплексы как материализованное отражение структуры средневекового горского общества, исследователь дифференцирует факторы влияния на пять ключевых позиций: социально-политические и этнокультурные процессы, императив оборонительной необходимости, военно-стратегический и клановый престиж, а также религиозно-погребальные практики. Такой подход позволяет уйти от исключительной мифологизации зодчества, утверждая архитектурную форму как прямое следствие реальных исторических вызовов и «всеобъемлющих черт» социальной организации горцев.

Опираясь на проведенный анализ историографического и градостроительного дискурса, можно сформулировать концептуальный базис для построения собственной системы факторов. Существующий научный опыт демонстрирует, что архитектурный морфогенез нельзя рассматривать в плоскости линейной зависимости. Мы наблюдаем необходимость синтеза трех векторов: структурно-средового, описывающего «жесткие» константы природы и технологий (по Е.В. Сидельниковой); ментально-архетипического, раскрывающего глубинные семантические коды и мифопоэтику формы (согласно С.Д. Сулименко); социопрагматического, диктующего функциональные императивы обороны и статусной иерархии (вслед за В.Х. Тменовым).

Следовательно, разработка авторской модели детерминации должна базироваться на интегральном подходе. Необходимо сформировать многоуровневую систему, в которой материальные ограничители (климат, ресурсная база) и нематериальные стимулы (социальный престиж, сакральные смыслы) рассматриваются не изолированно, а как взаимопроникающие переменные. Только такая архитектура системы позволит интерпретировать традиционное зодчество не как набор разрозненных реакций на внешние вызовы, а как целостный, эволюционирующий организм, где утилитарная логика неразрывно связана с духовной культурой этноса.

Природно-климатические и ландшафтно-географические факторы

Осетинская архитектура, рассматриваемая в контексте средневекового канона, являет собой репрезентативный пример средового детерминизма, в рамках которого ландшафт трансформируется из пассивного фона в доминирующее формообразующее начало. Геоморфологическая специфика Центрального Кавказа, характеризующаяся монументальной вертикальностью, сложной орографией и экстремальными климатическими условиями, выступила активным агентом морфогенеза, фактически приняв на себя роль соавтора архитектурных решений.

В результате данного взаимодействия сформировалась самобытная горская архитектура, основу которой составляют специфические пространственные единицы: галуаны, представляющие собой развитые оборонительные усадьбы; башенные комплексы, включающие жилые и оборонительные типы башен; культовые сооружения, к числу которых относятся цырты, святилища и дзуары; а также хадзары – традиционные горизонтальные жилые дома (рис. 1). Данная типология объектов демонстрирует неразрывную связь между морфологией построек и экстремальными условиями горного ландшафта, подтверждая тезис о подчинении архитектурной формы логике природного окружения.



Рис. 1. Основные объекты, формирующие архитектурный горный облик:
a – склепообразные сооружения (дзуар); *б* – оборонительные башни; *в* – жилая башня; *г* – галуан (оборонительная усадьба)

Fig. 1. Main structures that define the architectural landscape of the mountains:
a – crypt-like structures (a cross); *b* – defensive towers; *c* – residential tower; *d* – defensive estate

Геоморфологическая структура региона, изрезанная глубокими ущельями-долинами (Туальская, Алагирская, Даргавская, Куртатинская, Дигорская), выполняла двойственную функцию. С одной стороны, ущелья служили естественными транспортными артериями и коридорами для хозяйственной деятельности, формируя линейную структуру расселения вдоль рек. С другой стороны, они представляли собой естественные оборонительные рубежи, что во многом определило стратегическое расположение поселений (рис. 2) [6]. Как отмечает В.Х. Тменов, практически все значимые родовые комплексы располагались в труднодоступных, доминирующих над местностью точках, контролируя входы в ущелья или стратегически важные перевалы. Выбор места для строительства поселения подчинялся строгой иерархии критериев: безопасность, доступ к воде, наличие пастбищных и сенокосных угодий и, что немало важно, инсоляция. Подавляющее большинство аулов ориентировано на южные склоны, что позволяло максимально использовать солнечное тепло и свет в условиях короткого горного дня и долгой, суровой зимы. Эта «гелиоархитектура» была не эстетическим предпочтением, а жизненной необходимостью.

Вертикальная дифференциация ландшафта Центрального Кавказа выступила фундаментальным условием, сформировавшим специфику хозяйственно-экономического уклада горцев, что, в свою очередь, нашло непосредственное отражение в архитектурно-типологическом разнообразии застройки. Доминирование отгонной системы животноводства как основы жизнеобеспечения требовало создания разветвленной инфраструктуры, распределенной по различным уровням. Эта необходимость сформировала сложный, пространственно-распределенный хозяйственно-поселенческий комплекс, функционирующий как единая циклическая система [2].

В структуру данного комплекса, помимо стационарного зимнего жилища, являющегося ядром аульной застройки, были органично интегрированы временные сезонные стоянки (уәхәнаг), локализованные в зоне альпийских лугов, а также сопутствующие сооружения на сенокосных угодьях. Архитектурно-пространственное решение этих временных объектов отличалось пре-

дельным функциональным лаконизмом и утилитарностью. Тем не менее даже в этих малых формах прослеживались базовые принципы осетинского зодчества: использование автохтонных материалов и строгая тектоническая согласованность с рельефом, обеспечивающая их органическую интеграцию в природный контекст [7].

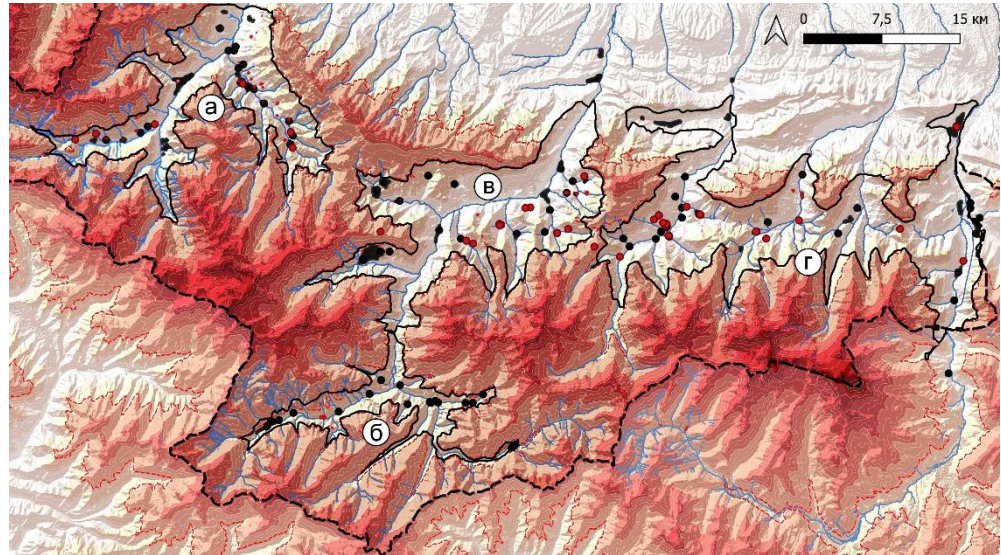


Рис. 2. Карта-схема геоморфологической структуры горной территории Северной Осетии: а – Дигорская котловина; б – Туальская котловина; в – Алагирская котловина; г – Куртатинская и Даргавская котловины

Fig. 2. Schematic map of the geomorphological structure of the mountainous region in North Ossetia: а – Digor Basin; б – Tual Basin; в – Alagir Basin; г – Kurtat and Dargav Basins

Характеристика территории выступает еще одним фундаментальным фактором, детерминирующим архитектурный облик и конструктивную специфику горного зодчества. Повсеместное использование местных пород – сланца, диабазы и известняка – не просто обеспечивало материальную базу строительства, но и жестко задавало тектонику сооружений. Физико-механические свойства местного камня диктовали выбор конструктивных схем, ограничивая пролеты и определяя массивность ограждающих конструкций. Таким образом материальный ресурс трансформировался в формообразующий императив. Технологический аспект реализации каменных конструкций отличался высокой степенью адаптивности к экстремальным нагрузкам высокогорья. Инженерная мысль зодчих реализовывалась через вариативность кладочных приемов – от техники «сухой» кладки, где устойчивость достигалась за счет тщательной притески блоков и сил гравитационного трения, до использования известковых и глиняных растворов, придающих кладке монолитность.

Эстетическое восприятие башенных комплексов также является производной от использованного материала. Колористическое и фактурное тождество строительного камня и окружающей скальной породы обеспечивало эф-

факт визуальной гомогенности – архитектурный объем мимикрирует под ландшафт, буквально растворяясь в массиве гор. Это порождает уникальный феномен слитности рукотворного и природного, где объект не противопоставляется среде, а выступает ее органическим продолжением, формируя целостный, неразрывный облик горного поселения.

Дерево, ввиду его дефицитности в высокогорной зоне, использовалось экономно, преимущественно для устройства балочных перекрытий, элементов кровли, дверей и немногочисленных деталей интерьера. Эта ограниченность в материалах стимулировала развитие уникальных конструктивных решений, таких как ложносводчатые перекрытия в башнях и склепах, демонстрирующих высочайший уровень инженерного мастерства средневековых зодчих.

Анализ данного взаимодействия позволяет постулировать, что фундаментальной парадигмой горского зодчества стало не противостояние природной стихии, характерное для ряда иных архитектурных традиций, а феномен рациональной адаптации. Этот подход выражается в отказе от навязывания ландшафту чужеродной геометрии в пользу глубокой интеграции, где архитектурная форма возникает как естественное продолжение рельефа. Таким образом, адаптивность здесь следует трактовать не как вынужденный компромисс, а как осознанный творческий метод, обеспечивающий устойчивость и органичность материально-пространственной среды в экстремальных условиях высокогорья.

Социально-демографические и военно-стратегические факторы

Если геоморфологический контекст детерминировал материально-пространственный базис горского зодчества, выступая в роли физической основы формообразования, то его семантическое и функциональное наполнение было жестко обусловлено спецификой социальной организации и фактором перманентной военной угрозы. В период Средневековья архитектура Осетии эволюционировала преимущественно как социально-оборонительная система, где тектоника сооружения подчинялась императиву физического выживания фамильно-родового коллектива [8]. В этой парадигме каждый конструктивный элемент – от планировочной структуры до узлов каменной кладки – приобретал фортификационное значение, превращая жилище в автономную цитадель.

Вместе с тем утилитарная оборонительная функция неразрывно переплеталась с задачами социальной репрезентации. Архитектурный объект становился инструментом визуального самоутверждения рода, материализацией его статуса, мощи и жизнестойкости в условиях суровой среды. Именно этот диалектический синтез необходимости защиты и стремления к монументализации социального престижа привел к формированию устойчивых архитектурных архетипов [4].

Базисом социально-пространственной организации горной Осетии выступала сложная иерархическая структура патриархальной родовой общины, где патронимические семьи (æрвадæлтæ) консолидировались в рамках единой фамилии (мыггаг). Как отмечает Б.А. Калоев, именно эта клановая система являлась доминирующим механизмом социальной регуляции, детерминирующим не только правовые и хозяйственные аспекты бытия, но и непосредственно морфологию расселения [9]. В данной парадигме горное селение не может рассматриваться как монолитное градостроительное образование

в современном понимании; оно представляет собой конгломерат автономных укрепленных усадеб – замковых комплексов (галуан). Каждый такой комплекс функционировал как самодостаточная социально-экономическая и фортификационная единица, включающая жилое ядро (ганах), систему хозяйственных построек и, в случае принадлежности к влиятельному роду, вертикальную доминанту – боевую башню (мәсыг) [2].

Именно в типологии боевой башни нашел свое воплощение синтез утилитарной оборонительной необходимости и социальных амбиций родовой элиты. С архитектурно-планировочной точки зрения мәсыг формировался как неприступная цитадель, чья высотная композиция и конструктивные особенности – от размещения входного проема на уровне второго-третьего яруса до системы навесных машикулей – были подчинены жесткой логике баллистики и тактики круговой обороны. Вертикализм постройки обеспечивал не только тактическое преимущество и визуальный контроль над прилегающим ландшафтом, но и выступал гарантом физического выживания фамилии в условиях перманентной военной угрозы, превращая башню в последний и наиболее защищенный рубеж обороны. Возведение подобного сооружения требовало концентрации колоссальных экономических и трудовых ресурсов общины, что делало башню предметом сакрализации и фамильной гордости. В этом контексте, ссылаясь на С.Д. Сулименко, можно утверждать, что башенная архитектура Кавказа представляет собой уникальный феномен, где сухая фортификационная целесообразность перерастает в высокое эстетическое выражение, становясь ключевым элементом культурной самоидентификации горцев [4].

Помимо отдельных башен, вся структура поселения была подчинена оборонительным задачам. Узкие, хаотично изгибающиеся улочки, проходившие между глухими стенами усадеб, превращались в настоящие лабиринты для врага. Нередко крыши нижних построек служили террасами и переходами для верхних, создавая сложную многоуровневую систему, позволявшую защитникам быстро перемещаться по всему селению. Вся система расселения в ущелье также выстраивалась как единый оборонительный комплекс. Сторожевые и боевые башни располагались в точках наилучшего обзора, обеспечивая визуальную связь друг с другом и создавая целостную систему оповещения и обороны, которая позволяла контролировать все стратегически важные участки. Таким образом, социальная разобщенность на уровне отдельных фамилий диалектически сочеталась с необходимостью коллективной обороны, что и сформировало уникальный военно-архитектурный ландшафт региона [10].

Сакрально-мировоззренческие факторы и символическое пространство

Архитектурный текст горной Осетии выходит далеко за рамки утилитарной логики и оборонительного прагматизма, являя собой развернутую семиотическую систему, в которой материализованы космогонические представления и ритуальные практики этноса. Опираясь на фундаментальные исследования А.Р. Чочиева, посвященные генезису нартского эпоса и арийской идеологии, можно правомерно утверждать, что пространственная модель средневекового общества выстраивалась вокруг глубинного идеологического каркаса, восходящего к древнейшим ментальным структурам.

Среда обитания горца подвергалась тотальной сакрализации: физический ландшафт трансформировался в иеротопию, где природные локусы – вершины, рощи, источники – интерпретировались как обители божественных сил (дзуар). В этой системе координат традиционное жилище перестает быть утилитарным объектом, обретая статус микрокосма, структурно реплицирующего модель Вселенной [11]. Именно этот пласт нематериальной культуры выступал мощным формообразующим фактором, детерминирующим как внутренний синтаксис жилого пространства, так и генезис специфической типологии культовых сооружений, демонстрирующих предельную степень органической интеграции в природный контекст.

Внутренняя планировочная структура традиционного осетинского жилища функционировала не просто как утилитарная оболочка для быта, но как пространственная проекция устоявшейся социальной и гендерной иерархии, наполняя повседневность глубоким сакральным содержанием. Композиционным и семантическим ядром главного жилого помещения – хадзара – выступал открытый очаг (кьона), расположенный в геометрическом центре пространства. С точки зрения архитектурной антропологии данный элемент выходил далеко за рамки своих функций источника тепла или зоны приготовления пищи, трансформируясь в главный семейный алтарь. Очаг служил материальным воплощением нерушимости рода и символом преемственности поколений, организуя вокруг себя всю жизнедеятельность домочадцев.

Конструктивно и символически неразрывную связь с очагом образовывала надочажная цепь (рыхыс), крепившаяся к центральной потолочной балке и формировавшая вертикальную сакральную ось жилища. Этнографические исследования, в частности фундаментальные труды Б.А. Калоева, позволяют идентифицировать рыхыс как величайшую святыню домашнего мира. Статус этого элемента был настолько высок, что любое прикосновение к цепи постороннего человека расценивалось как акт святотатства, а клятва, произнесенная в подкровельном пространстве у очага, приобретала статус нерушимого обязательства [9].

Феномен гостеприимства, занимающий центральное место в осетинской этнокультурной традиции, неизбежно находил свое морфологическое выражение в объемно-пространственной структуре жилища. В архитектуре усадебных комплексов зажиточных семей, и в особенности в типологии жилых башен, формировался специализированный функциональный блок – уазæгдон (помещение для гостей). Данный элемент часто решался как автономный планировочный модуль: это могла быть изолированная комната или даже отдельный ярус башни, намеренно дистанцированный от зоны повседневного бытования семьи. Такое архитектурное обособление кунацкой, подкрепленное наилучшим предметным наполнением и качеством отделки интерьера, материализовывало сакральный статус гостя (уазæг), воспринимаемого в традиционном сознании божественным посланником, чья безопасность и комфорт являлись этическим императивом для хозяина дома. Пространственная сегрегация гостевой зоны не только обеспечивала приватность, но и подчеркивала ритуализированный характер коммуникации между хозяином и гостем, возводя бытовой прием в ранг высокого социального церемониала. Архитектура здесь выступала инструментом социального регулирования, где планировочные решения четко

фиксировали иерархию отношений. Исторический прецедент организации уазагдона представляет особую ценность в контексте современной архитектурной практики, поскольку содержит в себе уникальный культурный код.

Выявленные принципы организации гостевого пространства – автономность, повышенная комфортность и смысловая наполненность – становятся фундаментальной базой для проектирования современного туристического кластера. Анализ традиционных форм гостеприимства позволяет не просто механически воспроизводить этнографические элементы, но и концептуально переосмыслить их, интегрируя глубинные смыслы национальной архитектуры в актуальные рекреационные объекты. Такой подход обеспечивает преемственность традиций и позволяет создать аутентичную среду, отвечающую запросам современного туризма, но укорененную в историческом контексте региона.

Современный социокультурный конфликт как детерминирующий фактор

Синтез рассмотренных формообразующих факторов трансформирует архитектурно-пространственную среду горной территории в сложную систему, наделенную глубоким сакрально-идеологическим содержанием. В данной парадигме каждый архитектурный объем или организованное пространство, будь то отдельное сооружение или ландшафтный кластер, приобретает статус сакрального объекта. Архитектура здесь выступает материальным носителем историко-культурных кодов, фиксируя в камне мировоззренческие и идеологические особенности этноса. Таким образом, среда становится пространственным текстом, который транслирует ментальную модель мира, выработанную народом на протяжении многих столетий.

Важно отметить, что выявленная сакральность архитектурной среды не является архаичным прошлым, а сохраняет высокую степень актуальности в современном социокультурном контексте. Феномен «живого наследия» в горной Осетии характеризуется тем, что семантическое поле традиционной архитектуры не утратило своей силы воздействия. Для местного населения архитектурно-ландшафтные комплексы остаются не музеефицированными экспонатами, а действующими узлами идеологической и духовной связи с «землей предков», формируя устойчивую региональную идентичность. Эта глубинная ментальная связь находит свое выражение в регулярном воспроизводстве традиционных обрядовых практик, непосредственно интегрированных в пространственную ткань памятников. Проведение коллективных трапез-молений (куывд) и отправление автохтонных религиозных культов свидетельствуют о том, что архитектурное пространство продолжает функционировать как активный участник ритуала. Через подобные социальные действия происходит постоянная реактуализация сакральных смыслов места, превращая историческую среду в динамичное поле взаимодействия прошлого и настоящего, где сохранение архитектурной формы неотделимо от сохранения нематериальной культуры.

В сложившихся условиях современности устойчивая историко-культурная система горной Осетии подвергается воздействию нового внешнего фактора – интенсивного развития туристической индустрии. Данный процесс характеризуется неоднозначно: с одной стороны, рекреационное освоение выступает стимулом ревитализации депрессивных горных территорий, обеспечивая приток инвестиций

и создавая экономическую базу для физической консервации или реставрации архитектурных памятников. С другой стороны, стихийный и нерегулируемый характер интеграции туристической инфраструктуры провоцирует социокультурный диссонанс, ставящий под угрозу сохранение аутентичного нематериального и материального наследия. В основе этого конфликта лежит столкновение двух фундаментально различных парадигм освоения пространства: сакрально-традиционной, укорененной в сознании местного сообщества, и рекреационно-потребительской, транслируемой туристическим потоком.

Так, для местного населения ландшафтно-архитектурная среда является не просто объектом, а неотъемлемой частью идентичности и родовой памяти. Взаимодействие с этим пространством строго регламентировано кодексом неписаных этических норм (æгъдау), который определяет границы допустимого поведения и табуирует действия, способные десакрализировать территорию. В то же время турист, прибывающий в регион с иным культурным кодом, воспринимает окружающую среду преимущественно через призму визуально-эстетического потребления и рекреации. Отсутствие у гостей «семантической навигации» по сакральному ландшафту приводит к тому, что рекреационная логика – поиск эффектных видовых точек, приключения или отдыха – вступает в непреднамеренное, но болезненное противоречие с сакральной функцией места.

На практике этот конфликт интерпретаций выливается в нарушение традиционных сценариев поведения: использование территории некрополей и святыщ для пикников, акустическое загрязнение сакральных зон или акты неумышленного вандализма при попытке физического взаимодействия с объектами наследия (например, восхождение на башенные комплексы). Подобные действия, даже лишённые злого умысла, воспринимаются локальным сообществом как осквернение святынь, что ведет к росту взаимного отчуждения. Таким образом, проблема выходит за рамки межличностной коммуникации и перерастает в архитектурно-градостроительный вызов: необходимость разграничения двух конфликтующих систем пространственного восприятия становится ключевым условием для устойчивого развития региона и предотвращения эрозии его культурного ядра.

Модель системы факторов

На основе проведенного многофакторного анализа представляется возможным систематизировать генезис архитектурных объектов Северной Осетии в рамках целостной концептуальной модели (рис. 3). Данная структура отличается нелинейным, сетевым характером, где формообразующие элементы пребывают в состоянии перманентного синергетического взаимодействия. Фундаментальным базисом модели выступает природно-ландшафтный детерминант, который задал материальные параметры зодчества: использование автохтонного каменного материала, террасный принцип организации поселений и органичную интеграцию объемов в сложный горный рельеф. На эту естественную основу накладывается социально-оборонительный фактор, обусловленный клановой структурой общества и императивами защиты. Именно он определил морфологию укрепленных родовых усадеб и способствовал кристаллизации ключевых архитектурных архетипов – жилой и боевой башен, которые функ-

ционировали одновременно как утилитарные фортификационные единицы и как репрезентативные символы семейной идентичности.

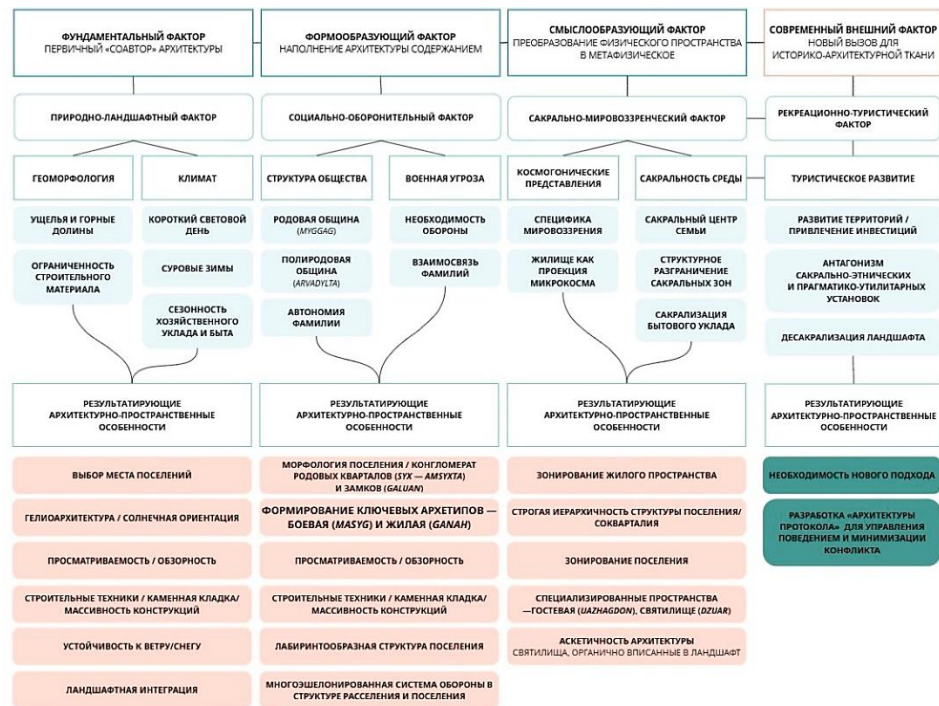


Рис. 3. Модель системы детерминирующих факторов
Fig. 3. Model of the system of formative factors

Связующим звеном, пронизывающим все уровни данной системы, является сакрально-мировоззренческий фактор. Он наполнял архитектурную форму глубоким символическим содержанием, трансформируя физическое пространство жилища и поселения в метафизическую проекцию картины мира традиционного общества. Однако в современном хронотопе на эту исторически сложившуюся замкнутую систему начинает воздействовать новый, экзогенный фактор – рекреационно-туристический. Будучи внешним по отношению к традиционному укладу, он вступает в острый конфликт прежде всего с сакральной составляющей среды, создавая риски десакрализации культурного ландшафта и эрозии его нематериальной ценности. Следовательно, задача ревитализации наследия в данных условиях выходит далеко за рамки технической реставрации или консервации материальной субстанции памятников.

Научно обоснованная стратегия ревитализации должна базироваться на системном подходе, рассматривающем архитектурную среду как единство природного, социального и символического пластов. Разрешение конфликта между туристическим освоением и сохранением аутентичности возможно через применение метода, который в рамках данного исследования определяется как «архитектура протокола». Суть данного инструментария заключается в переходе от проектирования исключительно физических объемов к сценарному моделирова-

нию пространства. Создание системы архитектурно-планировочных решений, выступающих в роли невербальных регуляторов поведения, позволяет мягко интегрировать новые функции в историческую ткань. «Архитектура протокола» формирует сценарии взаимодействия, которые направляют туристические потоки и гармонизируют внешнее воздействие, трансформируя туризм из фактора угрозы в ресурс для устойчивого развития и трансляции культурных кодов.

Заключение

Анализ показал, что архитектура горных поселений Северной Осетии представляет собой сложную систему, сформированную под влиянием природно-климатических, оборонительных и социокультурных факторов. Традиционное зодчество выполняет не только утилитарную функцию адаптации к рельефу, но и выступает носителем культурной идентичности. Каждый элемент поселения – от планировки *галуана* до сакрального центра *хадзара* – органично интегрирован в горный ландшафт.

Вместе с тем в настоящее время эта исторически сбалансированная среда подвергается негативному воздействию неконтролируемого массового туризма. Возникает конфликт между традиционным восприятием пространства местным сообществом и поведением туристов, не знакомых с культурными кодами региона. Это ведет к непреднамеренной десакрализации среды, угрожающей сохранности и аутентичности памятников. Разработанная в исследовании сетевая модель демонстрирует, что стратегия сохранения горной архитектуры требует управления пространственным поведением посетителей. В качестве инструмента предложена концепция «архитектуры протокола» – метод сценарного моделирования среды с помощью невербальных пространственных регуляторов.

Дальнейшие исследования будут направлены на практическое применение данной концепции при разработке архитектурно-градостроительных решений для туристических кластеров Северной Осетии. Планируется выявить оптимальные типологические модели рекреационной инфраструктуры, способные переосмыслить традиционные пространственные коды (в частности, феномен автономного гостевого пространства – *узаэгдона*). Это обеспечит бесконфликтную интеграцию новых функций в историческую застройку и позволит трансформировать стихийный туризм в ресурс устойчивого развития и сохранения уникального архитектурного наследия региона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абаева, В.И., Канукова, З.В., Айларова, С.А., Кучиев, А.Г. История Осетии. В 2 томах. Том 1. История Осетии с древнейших времен до конца XVIII в. Владикавказ : Северо-Осетинский институт гуманитарных исследований, 2019. 498 с. ISBN 978-5-91480-152-3.
2. Сидельникова, Е.А. Архитектурно-композиционные особенности формирования поселений в горных районах Северной Осетии : специальность 18.00.04 «Градостроительство, планировка сельскохозяйственных населенных пунктов» : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектурных наук / Сидельникова Елена Владимировна. Санкт-Петербург, 2004. 273 с.
3. Герасименко, И.С., Иевлева, О.Т. Проблема идентичности архитектурного облика горной территории Северной Осетии // Инженерный вестник Дона. 2023. № 9. С. 1–22.
4. Сулименко, С.Д. Башни Северного Кавказа (символизация пространства в домостроительном творчестве горцев). Владикавказ : Проект-пресс, 1997. 150 с. ISBN 5-88734-010-X.

5. Тменов, В.Х. Средневековые историко-архитектурные памятники Северной Осетии. Владикавказ : Северо-осетинский научно-исследовательский институт истории, филологии и экономики, 1984. 344 с.
6. Бадов, А.Д. Экологический потенциал природной среды и география населения Северной Осетии. Владикавказ : Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 1998. 297 с. ISBN 5-8336-0119-3.
7. Кокиев, Г.А. Боевые башни и оборонительные крепости горной Осетии. Владикавказ : Северо-Осетинская организация Союза архитекторов РСФСР, 1935. 198 с.
8. Тменов, В.Х. Зодчество средневековой Осетии. Владикавказ : Северо-Осетинский институт гуманитарных исследований, 1996. 440 с.
9. Калоев, Б.А. Осетины. Историко-этнографическое исследование. Владикавказ : Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 1967. 243 с.
10. Герасименко, И.С. Иевлева, О.Т. Архитектурно-композиционные особенности традиционной структуры расселения в горной территории Северной Осетии-Алании // Инженерный вестник Дона. 2024. № 1. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2024/8963/> (дата обращения: 21.02.2026).
11. Чочиев, А.Р. Нарты – арии и арийская идеология. Москва : АКАЛИС, 2000. 504 с.

REFERENCES

1. Abaeva, V.I., Kanukova, Z.V., Ailarova, S.A., Kuchiev, A.G. History of Ossetia. in 2 vol. V. 1. History of Ossetia from Ancient Times to the 18th Century. Vladikavkaz. 2019. 498 p. ISBN 978-5-91480-152-3. (In Russian)
2. Sidelnikova, E.A. "Architecture and composition of settlements in mountainous regions of North Ossetia". PhD Thesis. Saint-Petersburg. 2004. 273 p. (In Russian)
3. Gerasimenko, I.S., Ievleva, O.T. Architectural Identity of the Mountain Territory in North Ossetia. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2023; (9): 1–22 (In Russian)
4. Sulimenko, S.D. Towers of the North Caucasus (Space Symbols in the House-Building Activity of Highlanders). Vladikavkaz: Proekt-press, 1997. 150 p. ISBN 5-88734-010-X. (In Russian)
5. Tmenov, V.Kh. Medieval historical and Architectural Monuments in North Ossetia. Vladikavkaz, 1984. 344 p. (In Russian)
6. Badov, A.D. Ecological Potential of the Natural Environment and Population Geography of North Ossetia. Vladikavkaz. 1998. 297 p. ISBN 5-8336-0119- 3. (In Russian)
7. Kokiev, G.A. Battle Towers and Defensive Fortresses of Mountainous Ossetia. Vladikavkaz. 1935. 198 p. (In Russian)
8. Tmenov, V.Kh. Architecture of Medieval Ossetia. Vladikavkaz. 1996. 440 p. (In Russian)
9. Kaloev, B.A. Ossetians. Historical and Ethnographic Research. Vladikavkaz, 1967. 243 p. (In Russian)
10. Gerasimenko, I.S., Ievleva, O.T. Architecture and Composition of Traditional Settlements in North Ossetia-Alania. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2024; (1). Available: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2024/8963/ (accessed February 21, 2026). (In Russian)
11. Chochiev, A.R. Narts – Aryans and Aryan Ideology. Moscow: Akalis, 2000. 504 p. (In Russian)

Сведения об авторе

Герасименко Иван Сергеевич, аспирант, Южный федеральный университет, 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Баумана, 13/16, gerasimivanko@gmail.com

Author Details

Ivan S. Gerasimenko, Research Assistant, Southern Federal University, 105/42, Bol'shaya Sadovaya Str., 344006, Rostov-on-Don, Russia, gerasimivanko@gmail.com

Статья поступила в редакцию 27.01.2026
Одобрена после рецензирования 07.02.2026
Принята к публикации 12.02.2026

Submitted for publication 27.01.2026
Approved after review 07.02.2026
Accepted for publication 12.02.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 149–160.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 149–160.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.05

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-149-160>

EDN: LVPYEG

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРИ АТАКАХ БПЛА

Екатерина Романовна Полянцева

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* По мере роста доступности беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) учащаются случаи атак в отношении гражданской инфраструктуры, в частности многоквартирных жилых зданий. Поскольку прежние средства обеспечения безопасности, такие как защита дворовых пространств, наблюдение и контроль доступа, неэффективны против атак с воздуха, необходим пересмотр традиционных мер защиты жилой застройки, в особенности в приграничных районах России, где угроза атак БПЛА выше.

Цель исследования – изучить возможности архитектуры при формировании безопасной жилой среды. Основные задачи – систематизировать возможные угрозы, сопутствующие атакам БПЛА, в отношении жилых зданий и находящихся в них людей; сформулировать основные принципы обеспечения безопасности при реализации этих угроз; описать планировочные и фасадные решения, помогающие формировать защищенные многоквартирные жилые дома.

Методика. В исследовании используется сравнительный анализ, а также анализ литературы, посвященной защите от БПЛА. Кроме того, был использован графоаналитический метод: графический анализ помогает выявить объемно-планировочные и фасадные приемы, помогающие обезопасить жилые здания от атак, в том числе с воздуха.

Результаты. Результаты исследования представляют собой сформулированные и актуализированные в отношении многоквартирных жилых домов принципы защиты от БПЛА, в том числе от угроз несанкционированного наблюдения, взрыва, атаки отравляющими веществами, поражения осколками и др. На основе проанализированных примеров сформулированы базовые архитектурные решения, которые могут использоваться в дальнейшем при проектировании и реконструкции жилой застройки в зонах с высокими рисками атак.

Выводы. Проведенный сравнительный анализ доказал возможность формирования безопасной жилой среды при помощи планировочных и фасадных приемов защиты. Описанные решения могут использоваться для дальнейшего совершенствования методической и нормативной литературы, для нового строительства и реабилитации существующих пострадавших жилых зданий, а также для совершенствования методической литературы по обучению студентов-архитекторов.

Ключевые слова: безопасность, антитерроризм, жилая среда, многоквартирный дом, фасад, архитектура, БПЛА

Для цитирования: Полянцева, Е.Р. Безопасность жилых зданий при атаках БПЛА // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 149–160. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-149-160>. EDN: LVPYEG

ORIGINAL ARTICLE

**ARCHITECTURAL PROTECTION OF BUILDINGS
FROM UAV ATTACKS****Ekaterina R. Polyantseva***Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. The problem of building safety in at terrorist attacks, including unmanned aerial vehicles, is currently becoming urgent.

Purpose: The purpose of this article is to explore the role of architecture in creating a safe residential environment, systematize the potential threats associated with UAV attacks on residential buildings and people inside them, formulate basic principles for ensuring safety, and describe planning and facade solutions that help to create secure multi-unit residential buildings.

Methodology: Research methodology includes studying risks and threats of the UAV attack on buildings and people in them, a comparative analysis of Russian and foreign regulating documents on anti-terrorist protection, analysis of methods and techniques for protecting buildings by means of architecture and environmental design, and systematization of these means based on structural and typological methods.

Research findings: The proposed comparative tables and analyses include a description of models for building a spatial planning structure and a list of tools in the architect's arsenal used to protect buildings. It is shown how important it is to take into account safety requirements at all stages of the building life cycle, from design to operation and possible reconstruction, taking into account increased protection requirements.

Keywords: security, anti-terrorism, living environment, multifamily house facade, architecture, UAV

For citation: Polyantseva, E.R. Architectural Protection of Buildings from UAV Attacks. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 149–160. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-149-160>. EDN: LVPYEG

Введение

Избранная тема защиты от беспилотных летательных устройств является особенно актуальной в последние годы. Защита жилой городской среды в целом и многоквартирных жилых домов в частности имеет особую значимость по причине их уязвимости, а также того психологического эффекта, который оказывают эпизодические атаки БПЛА и их угроза в целом. И если защите военной и транспортной инфраструктуры от террористических атак отводится значимая роль, жилая среда остается уязвимой.

Основной проблемой является потребность в защите многоквартирных жилых зданий от атак БПЛА и связанные с этим риски. Целью работы стало изучение возможностей объемно-планировочной структуры здания в области защиты, например, от угроз взрыва. Отдельные задачи представляют собой описание возможных угроз от атак БПЛА в отношении многоквартирных жилых домов; исследование аналогов планировок, учитывающих потребности защиты от атак с воздуха; выявление основных принципов защиты; описание и систематизацию архитектурных, планировочных и фасадных особенностей жилых зданий, снижающих риски взрыва, кинетической атаки и прочих угроз.

В число методов исследования входит анализ научных источников, графический и графоаналитический анализ планировок и фасадов жилых зданий с точки зрения защиты от воздушных атак, статистический анализ литературы по теме исследования.

Обычные меры по обеспечению безопасности жилой городской среды становятся неактуальными с появлением новых типов угроз, в частности угроз БПЛА, поскольку защита от атак с воздуха редко учитывается при проектировании жилой городской среды. По этой причине важен анализ актуальной литературы, посвященной изучению рисков и угроз, сопутствующих атакам беспилотных летательных аппаратов, а также защите от них, и изучение существующих примеров жилых объектов с безопасными зонами.

Современное состояние проблемы

Вступивший в силу в конце 2024 г. СП 542.1325800.2024 «Свод правил. Защитные ограждающие конструкции от беспилотных летательных аппаратов. Правила проектирования» в качестве основных нагрузок на защитные конструкции называет климатические нагрузки от ветра, дождя и снега, нагрузки от ударной воздушной волны, от падения БПЛА, от поражения осколками. Основные требования к ним – пожаробезопасность, возможность ремонта, механическая защита. Этот нормативный документ в качестве возможных средств защиты объектов указывает на такие элементы, как защитные сетки, улавливающие БПЛА, ограждения из стальных тросов, противоосколочные сетки, опоры с растяжками, усиленные фундаменты (в том числе для крепления других защитных элементов). Входы в здания допускается защищать с помощью защитных экранов, устанавливаемых на расстоянии не более 3 м от здания, с высотой и шириной, на 1–2 м превышающими высоту и ширину двери; окна и витражи из-за риска поражения осколками можно защищать изнутри шторами или противоосколочной пленкой.

В Пособии по обследованию и проектированию зданий и сооружений, подверженных воздействию взрывных нагрузок, выпущенном АО «ЦНИИ-Промзданий» в 2000 г., описываются следующие требования: «взрывостойкие здания по возможности должны быть простой формы в плане, без перепада высот смежных участков, фасады взрывостойчивых зданий должны быть простыми – без выступающих частей, выемок и ниш, а наружные стены – обтекаемыми и гладкими, т. е. без архитектурных деталей, парапетных плит, козырьков и т. п. В наружных стенах взрывостойчивых зданий следует предусматривать отдельные оконные проемы с минимально возможной площадью, используемые для естественного освещения помещений или их отдельных участков. При этом размеры ячеек оконных переплетов должны быть минимальными».

Проблема сокращения рисков прямой атаки и доставки взрывных устройств при БПЛА в последние годы изучается все активнее. Большая часть работ касается сооружений гражданской обороны, укрытий и убежищ, в том числе временных, из которых могут быть заимствованы архитектурные решения. В статьях С.И. Макаренко «Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам» и К.Л. Костюченко «Беспилотные мобильные средства: инновации и угрозы» защитные конструкции систематизи-

рованы как организационно-правовые, физические и инженерно-строительные. Например, защитные сетки, опоры и тросы, растяжки, противоосколочные стенки и временные решения, материал сеток – металл или синтетика как более легкая и долговечная, но плавящаяся при высоких температурах. В качестве защитных элементов зданий предлагается использовать оболочковую конструктивную систему, где внешний контур не связан конструктивно с внутренними несущими элементами здания, или создавать многослойные фасады, фальш-фасады, применять заглубленные окна, окна небольшого размера, внутри зданий создавать взрывобезопасные зоны с возможностью быстрой эвакуации в них [1, с.125–137; 2, с. 41].

В исследовании М.В. Сильникова «Защита стационарных и мобильных объектов от роя БПЛА-камикадзе» анализируется «тактика роя», в которой при высокой плотности налета защита объекта становится практически недостижимой вследствие быстрого насыщения средств обнаружения и поражения системы защиты и последующего прорыва большого числа уцелевших БПЛА к объектам защиты, при этом БПЛА-камикадзе характеризуются сравнительно низкой прочностью конструкции. Для эффективной борьбы предлагается выстраивание поэтапной эшелонированной защиты, с дальним и ближним эшелонами [3, с. 48–50].

М.С. Василян, Е.С. Кашина в статье «Совершенствование методологии расчета защиты конструкций сооружений жилого типа от взрывных воздействий БПЛА» доказывают, что ударная волна от атак на фасады распространяется неравномерно, приводя к разному характеру разрушения элементов здания. Авторы указывают, что строительство защитных конструкций требует значительных материальных и временных затрат, что сдерживает их широкомасштабное внедрение, особенно в существующей жилой застройке [4]. В статье «Защитные вантовые конструкции: эффективность и перспективы противодействия БПЛА» в качестве дополнения к сеткам, многослойным фасадам, фундаментам и канатам предлагается модель использования вантовых конструкций [5].

Работа «Общие принципы защиты объектов от беспилотных летательных аппаратов» посвящена расчету минимальных расстояний от сеток до ограждающих конструкций зданий и сооружений: в качестве оптимального расстояния для малых БПЛА, способных нести заряды с массой до $M = 2$ кг, расстояние от сетки до ближайшей границы объекта должно быть не менее $R = 4$ м. При таком расположении защитной сетки воздушная ударная волна не будет представлять опасности для здания. Для средних БПЛА, способных нести заряды с массой до $M = 10$ кг, расстояние от сетки до ближайшей границы объекта должно быть не менее чем $R = 8$ м [6, с. 50–57].

В исследовании «Анализ влияния взрывов БПЛА на прочность железобетонных конструкций» анализируется статистика атак за последние три года. В качестве основных негативных последствий называются повреждение или разрушение элементов фасадов, особенно окон, пожары, частичные разрушения зданий, деформации несущих конструкций. Данные исследования показали значительно большую устойчивость армированных конструкций к взрывным нагрузкам по сравнению с неармированными стенами, что подтверждает необходимость их применения в условиях повышенной угрозы взрывных воз-

действий [7]. Исследователи В.В. Габова, Е.С. Мельникова, А.А. Чураков в статье «Исследование и разработка методологии проектирования защитных ограждающих конструкций от беспилотных летательных аппаратов» подчеркивают, что минимальное пространство, отделяющее защитную сеть или занавес от защищаемого объекта, должно быть не менее 5 м. Это расстояние гарантирует, что БПЛА не сможет нанести прямой ущерб объекту и предотвратит прямое взаимодействие между ними [8, с. 33–35].

В связи с обозначенной выше проблемой пожаров в результате атак БПЛА представляется важным анализ научных источников, связанных с безопасностью людей при эвакуации по лестничным клеткам жилых зданий. Работы А.В. Пехотикова «Расчетная оценка эффективности технических решений по естественному проветриванию обычных лестничных клеток при пожаре в жилых зданиях» и «Анализ технических решений по противопожарной защите обычных лестничных клеток при реконструкции секционных жилых зданий» рассматривают этот вопрос. Приведенные в них расчеты показали, что возможность эффективного проветривания всех этажей жилых зданий, кроме верхнего, обеспечивается открытым проемом на каждом этаже площадью не менее 1 м², а в качестве дополнительных технических решений используются металлические двери с устройствами самозакрывания и автоматические оросители над проемами [9, с. 73–78; 10, с. 66–67].

Зарубежные статьи по данной проблеме посвящены вопросам противодействия атакам БПЛА. Косвенно затрагивает вопрос данного исследования работа «Количественная оценка безопасности полетов БПЛА в городских условиях на малой высоте», указывая на небезопасность полетов БПЛА в условиях плотной городской застройки: в диапазоне 6 км на высоте от 30 до 60 м много препятствий, создающих риски, а на высоте 120 м препятствий меньше, что облегчает полет. По этой причине важно устанавливать бесполетные зоны и защищать здания не только со стороны фасада, но и сверху, с кровли, размещая защитные элементы и на ней [11, с. 807–813].

Множество зарубежных работ обзорного характера также подтверждают потребность в дальнейших исследованиях в области защиты. Некоторые работы отмечают негативный психологический (устрашающий) эффект от появления БПЛА в жилой городской среде [12, с. 6]. Статья «Исследование технологий защиты от БПЛА в городских условиях» показывает, что технологии физического уничтожения БПЛА обладают прямым контрмерным эффектом, однако основными препятствиями для их широкого распространения являются безопасность, стоимость и ограничения в развертывании в городских условиях [13, с. 147]. Также здесь необходимо упомянуть важную часть работ, посвященных защите конструкций зданий от взрыва, которые подтверждают значимость установки безопасных расстояний, минимизации площади окон (до 15 % от площади стены между опорными колоннами) [14, с. 671–672; 15].

Результаты

На основании проанализированных исследований российских и иностранных норм можно выявить основные типы угроз и сопутствующего ущерба от атак БПЛА в отношении жилых многоквартирных зданий (рис. 1).

1. Угроза кинетического воздействия при таранящих атаках. Основной риск в отношении жилых зданий – это локальное повреждение или обрушение несущих и ограждающих конструкций (фасадов, окон, витражей, кровли, элементов инженерных сетей и оборудования). Кроме того, при формировании ударной волны может происходить поражение людей, имущества осколками или элементами разрушенных конструкций.

2. Угроза взрыва. Основные риски остаются теми же, но если прямая таранящая атака приводит в основном к локальным разрушениям, то, в зависимости от количества и типа взрывных устройств, взрыв приводит к большей площади повреждения фасадов и кровли, в отдельных случаях – к прогрессирующему или локальному (местному) обрушению несущих конструкций.

3. Угроза распространения или распыления опасных химических, радиоактивных, биологических веществ. При попадании их в системы вентиляции возникает риск масштабного заражения жителей.

4. Угроза наблюдения (шпионажа, сбора данных) не представляется такой серьезной, как предыдущие, но может иметь отложенные долгосрочные последствия.

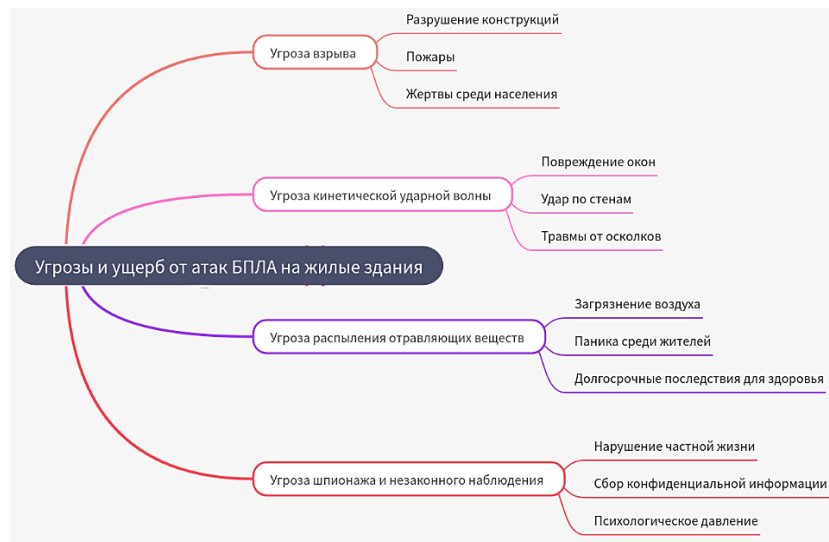


Рис. 1. Виды угроз и сопутствующего им ущерба от атак БПЛА на жилые здания
Fig. 1. Types of threats and damages from UAV attacks on residential buildings

Базовыми архитектурно-планировочными принципами защиты от атак БПЛА будут:

1. Принцип многослойности – подразумевается многослойность внешних оболочек здания, когда у наружных стен помимо несущих и ограждающих слоев появляются защитные слои, сетки, ламели, жалюзи, которые помогают уменьшить ущерб в случае атаки БПЛА или его взрыва. Данный принцип может применяться и в отношении планировочных решений, когда наиболее защищенные помещения как бы скрываются внутри менее защищенных, окруженные ими: в этих помещениях могут быть оборудованы безопасные зоны для жителей дома.

2. Принцип дистанцирования – установка дистанции также помогает сократить ущерб в случае взрыва, урон в случае прямой атаки. Дистанцирование осуществляется за счет специальных защитных устройств: сеток, экранов, внешних оболочек и т. д.

3. Принцип экранирования – защита от поражения осколками, ударной, взрывной волной. Принцип экранирования применяется для фасадов и кровли здания, ко всем уязвимым точкам: входам, воздухозаборным шахтам, вентилятам, окнам.

4. Принцип интеграции – подразумевается интеграция в городскую среду и уместность использования для сохранения гармонии внешнего вида жилой застройки и недопущения фортификационного облика жилых зданий. Архитектурный облик жилого многоквартирного здания должен быть продуман заранее, защитные элементы вписаны в него как фасадные или элементы ландшафтного дизайна участка.

Ландшафтные приемы, используемые для защиты жилых зданий от угроз, связанных с атакой БПЛА (рис. 2):

1. Элементы зеленой защиты. Озеленение, в особенности вертикальное, покрывает поверхности стен, маскирует значимые точки, узлы конструкций, тем самым затрудняя распознавание и ориентацию для БПЛА (как при съемке, так и при попытках атаки). Озеленение прилегающего участка, в особенности густые кроны деревьев или кустов, могут защищать людей, находящихся на территории возле жилья от низколетающих дронов или от падения поражающих элементов и осколков конструкций.

2. Геопластика. Использование искусственного рельефа может помочь дополнительной маскировке входов в жилые многоквартирные здания, скрыть или дополнительно защитить детские игровые площадки, спортивные зоны, места отдыха людей.

3. Закрытые жилые дворы. Защитные сетки (из синтетических полимерных материалов или металлические) могут использоваться для защиты двора, отдельных площадок, открытых мест прогулок жителей.



Рис. 2. Ландшафтные приемы, используемые для защиты жилых зданий от угроз атаки БПЛА¹

Fig. 2. Landscape techniques for protecting residential buildings from UAV

¹ Источники иллюстраций (слева направо): URL: <https://www.nexitarchitecten.nl/projecten/verticaal-groen/>; <https://thecandie.com/minimalist-public-building-with-green-roof-7192>; иллюстрация выполнена автором.

Планировочные приемы, используемые для защиты жилых зданий от угроз, связанных с атакой БПЛА:

1. Устройство буферных пространств. Для большинства жилых многоквартирных зданий их роль берут на себя лоджии и балконы, которые могут гасить часть взрыва или удара и являются дополнительным защитным барьером. Для галерейных домов таким барьером также будут общие галереи, для малоэтажных и индивидуальных жилых домов – террасы, навесы и др.

2. В каждой квартире необходимо предусматривать защищенную внутреннюю зону, т. е. пространство, расположенное на расстоянии от внешнего периметра здания, закрытое, не имеющее окон. Как правило, с этой ролью в большинстве квартир справляются санузлы и кладовые, однако могут проектироваться и специальные защитные зоны по аналогии с израильским жильем, где проектом предусматривается специальное укрепленное помещение – мамад (рис. 3), т. е. комнаты, используемые в качестве убежища в случае бомбардировки или угрозы БПЛА [16].

3. Ориентация помещений квартир и межквартирных коммуникаций по направлениям: если возможно выявить наиболее уязвимый фасад или сторону света, с которой возможны атаки БПЛА, на эту сторону света необходимо ориентировать общедомовые пространства (позажные лифтовые холлы, коридоры, галереи), а также гостиные многокомнатных квартир и кухни. Спальни и детские, напротив, располагать с защищенной стороны.

4. Использование атриумов и закрытых внутренних дворов помогает создать общедомовые зоны для общения, отдыха и рекреации, защищенные от внешних угроз. При этом остекление таких дворов или атриумов должно быть армированным, усиленным или дублироваться защитной сеткой.



Рис. 3. Пример планировки израильского жилья с защитной комнатой – мамад (выделено красным)²
Fig. 3. Layout of an Israeli house with a protective room (highlighted in red)

² URL: <https://israelsale.ru/kfar-saba/flat/plan.jpg>

Фасадные приемы, используемые для защиты жилых зданий от угроз, связанных с атакой БПЛА (рис. 4):

1. Экранирование. Проемы, оконные и дверные, являющиеся целью атаки БПЛА, могут быть защищены при помощи экранов. Защитные экраны входов могут быть из бетонных блоков, железобетона, защитные экраны фасадов – из светопрозрачных сеток или решеток. Отличие экрана от местных элементов – в протяженности и установке на расстоянии от фасада. Согласно изученным данным, экран размещается на расстоянии от 2 до 8 м, чтобы он мог гасить ударную или взрывную волну. Экраны защиты входной зоны, согласно СП 542.1325800.24, оптимально располагать на расстоянии до 3 м от входа, причем их высота и ширина должны на 1–2 м превышать высоту и ширину дверного проема. Для защиты отверстий воздухозабора на фасадах необходимо применять жалюзийные решетки; для дополнительной защиты открытых лоджий при входах в незадымляемые лестничные клетки можно использовать только экраны и сетки, которые не мешают процессу эвакуации.

2. Местные элементы защиты: сетки, решетки, ламели, жалюзи из негорючей (неплавящейся) синтетики и металла. Решетки и сетки могут устанавливаться на расстоянии от основного фасада в тех местах, где находятся оконные проемы. Меньшей защиты требуют остекленные балконы и лоджии, которые сами в силу положения являются буферным элементом, частично защищающим от удара. Большей защиты требуют окна без других защитных элементов наподобие ламелей или экранов. Особенной защиты требуют окна спален и детских.

3. Остекление необходимо минимизировать, особенно в спальнях. Окна, лоджии, балконы оптимально выполнять с остеклением, безопасным при разрушении, взрывостойким или армированным.



Рис. 4. Фасадные приемы, используемые для защиты жилых зданий от угроз, связанных с атакой БПЛА³

Fig. 4. Facades used to protect residential buildings from UAV attacks

Отдельно необходимо упомянуть защиту кровли, поскольку она является местом расположения вентиляционных и других элементов инженерных систем здания. Для защиты вентиляционных и прочих отверстий кровли можно применять

³ URL: <https://www.archdaily.com/267316/edogawa-garage-club-renovation-junichi-ito-architect-associates/>; <https://www.haskoning.com/en/newsroom/blogs/2024/eco-enhanced-data-centres-the-impact-of-green-facades/>; 3. <https://sigmadoors.co.za/the-science-behind-bulletproof-glass/>

накрывающие козырьки, колпаки, зонты, флюгарки, закрывающие отверстия дефлекторы. Крышные котельные и прочие уязвимые места расположения важного оборудования можно закрывать защитными коробами, сетками, навесами.

В работе были систематизированы виды последствий в отношении зданий и жителей от атак БПЛА и возможные вторичные последствия для людей: угроза взрыва, угроза поражения кинетической ударной волной, угроза распыления отравляющих веществ при помощи БПЛА и угроза незаконного наблюдения и шпионажа. Для каждой угрозы описаны варианты сопутствующего ущерба. Выделены главные принципы защиты от них: принцип экранирования, принцип дистанцирования, принцип многослойности и принцип интеграции защитных элементов в окружающую среду. Проанализированы ландшафтные, фасадные и планировочные приемы, используемые для защиты жилых зданий от угроз, связанных с атакой БПЛА.

Заключение

Исследованные варианты защитных элементов могут использоваться для реконструкции существующих и формирования новых безопасных объектов. Защитные безопасные зоны могут учитываться при проектировании жилых зданий.

Полученные результаты подтверждают важность вклада архитекторов-проектировщиков в обеспечение защиты от угрозы БПЛА, поскольку угрозы со стороны дронов становятся проблемой не только для фортификационной, но и для гражданской архитектуры. Эффективнее всего использовать описанные в работе принципы защиты, такие как многослойность, дистанцирование, экранирование, еще на этапе проектирования, заранее обеспечивая безопасность как внутри жилого пространства, так и на прилегающих территориях. Оптимальнее всего в этом случае будет общая работа инженеров, специалистов по безопасности и проектировщиков, поскольку элементы пассивной архитектурной защиты жилых зданий можно совмещать с активным противодействием дронам со стороны технических систем. Таким образом может складываться скрытая, деликатно вписанная в городскую среду защита, обеспечивающая как физическую безопасность, так и психологический комфорт без эффекта «дома-средневековой крепости».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Макаренко, С.И., Тхакахов, А.А. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 5. Защитные ограждающие конструкции // Системы управления, связи и безопасности. 2025. № 3. С. 121–158. DOI: 10.24412/2410-9916-2025-3-121-158. EDN: ADZOXN
2. Костюченко, К.Л. Беспилотные мобильные средства: инновации и угрозы // Инновационный транспорт. 2024. № 1 (51). С. 36–41. DOI: 10.20291/2311-164X-2024-1-36-41. EDN: FWUEIT
3. Сильников, М.В. Защита стационарных и мобильных объектов от роя БПЛА-камикадзе // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2022. № 3 (123). С. 46–50. EDN: TNQMQS
4. Василян, М.С., Кашина, Е.С. Совершенствование методологии расчета защиты конструкций сооружений жилого типа от взрывных воздействий БПЛА // Инженерный вестник Дона. 2025. № 3 (123). С. 780–794. EDN: RHMTLM
5. Мельникова, Е.С., Габова, В.В., Чураков, А.А., Недожегина, И.В. Защитные вантовые конструкции: эффективность и перспективы противодействия БПЛА // Инженерный вестник Дона. 2025. № 7 (127). С. 605–618. EDN: YVGBZG

6. Комаров, А.А., Громов, Н.В., Корольченко, А.Д., Ланской, П.С. Общие принципы защиты объектов от беспилотных летательных аппаратов // *Пожаровзрывобезопасность*. 2024. Т. 33. № 5. С. 51–60. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60. EDN: ULIVUK
7. Мельникова, Е.С., Габова, В.В., Чураков, А.А., Дроздов, В.В. Анализ влияния взрывов БПЛА на прочность железобетонных конструкций // *Инженерный вестник Дона*. 2025. № 5 (125). С. 403–413. EDN: PDWDEC
8. Габова, В.В., Мельникова, Е.С., Чураков, А.А. Исследование и разработка методологии проектирования защитных ограждающих конструкций от беспилотных летательных аппаратов // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2025. № 1(98). С. 28–37. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_28. EDN: HEEKRI
9. Пехотиков, А.В., Абаикин, А.А., Гомозов, А.В., Лучкин, С.А. Расчетная оценка эффективности технических решений по естественному проветриванию обычных лестничных клеток при пожаре в жилых зданиях // *Пожаровзрывобезопасность*. 2023. Т. 32. № 3. С. 69–81. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.03.69-81. EDN: CVYNEA.
10. Пехотиков, А.В., Ивацук, Р.А., Гомозов, А.В., Лучкин, С.А. Анализ технических решений по противопожарной защите обычных лестничных клеток при реконструкции секционных жилых зданий // *Пожаровзрывобезопасность*. 2023. Т. 32. № 2. С. 59–70. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.02.59-70. EDN: WHUFDN
11. Chen, Y, Yu, S, Zhang, X. Ground risk quantitative assessment for UAV operations in urban low-altitude scenarios // *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics*. 2025. № 51 (3). P. 806–815. <https://doi.org/10.13700/j.bh.1001-5965.2024.0244>
12. Chauhan, Dharmendra, Kagathar, Harshil, Mewada, Hiren, Patel, Sagarkuma, Kavaia, Sagar, Barb, Gordana. Nation's Defense: A Comprehensive Review of Anti-Drone Systems and Strategies // *IEEE Access*. 2025. P. 99 с. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3550338
13. Wang, L. Research on Anti-UAV Technology in Urban Environments // *Journal of Electronic Research and Application*. 2025. October. № 9 (5). P. 143–149. DOI: 10.26689/jera.v9i5
14. Majdi, E.M. Analysis and Design of A Reinforced Concrete Building to Resist Explosions // *International Journal of Engineering Research and Technology*. 2022. May. № 11 (5). URL: https://www.researchgate.net/publication/369503508_Analysis_and_Design_of_A_Reinforced_Concrete_Building_to_Resist_Explosions (дата обращения: 12.12.2025).
15. Fu, Feng. ASCE/SEI 59-22 Blast Protection of Buildings. 2023. DOI: 10.1061/9780784415719
16. *Квартиры в Од ха-Шароне*. URL: <https://israelsale.ru/kfar-saba/flat/plan.jpg> (дата обращения: 12.12.2025).

REFERENCES

1. Makarenko, S.I., Tkakakhov, A.A. Analysis of Means and Methods for Countering Unmanned Aerial Vehicles. Part 5. Protective Enclosing Structures. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. 2025; 3: 121–158. DOI: 10.24412/2410-9916-2025-3-121-158. EDN: ADZOXN. Available: www.elibrary.ru/item.asp?id=82888610 (accessed December 12, 2025). (In Russian)
2. Kostyuchenko, K.L. Unmanned Mobile Vehicles: Innovations and threats. *Innovacionnyj transport*. 2024; 1(51): 36–41. DOI: 10.20291/2311-164X-2024-1-36-41. EDN: FWUEIT. Available: www.elibrary.ru/download/elibrary_65616908_68709237.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)
3. Silnikov, M.V. Protection of Stationary and Mobile Objects from a Swarm of Kamikaze UAVs. *Izvestiya Rossijskoj akademii raketnyh i artillerijskih nauk*. 2022; 3(123): 46–50. EDN: TNMQMS. Available: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49437418> (accessed December 12, 2025). (In Russian)
4. Vasilyan, M.S., Kashina, E.S. Improving the Calculation Methodology for Residential Building Protection from UAV Explosive Impacts. *Inzheneryj vestnik Dona*. 2025; 3(123): 780–794. Available: www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_90N2y25_Vasilyan_Kashina_2_.pdf_e54ba65b5a.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)
5. Melnikova, E.S., Gabova, V.V., Churakov, A.A., Nedozhegina, I.V. Protective Cable-Stand Structures: Efficiency and Prospects for Countering UAVs. *Inzheneryj vestnik Dona*. 2025; 7(127): 605–618. EDN: YVGBZG. Available: https://elibrary.ru/download/elibrary_82831375_92511117.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)

6. Komarov, A.A., Gromov, N.V., Korolchenko, A.D., Lanskoj, P.S. General Principles of Protecting Objects from Unmanned Aerial Vehicles. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2024; 33(5): 51–60. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60. EDN: ULIVUK. Available: www.elibrary.ru/download/elibrary_75155767_87122323.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)
7. Melnikova, E.S., Gabova, V.V., Churakov, A.A., Drozdov, V.V., et al. Analysis of UAV Explosions on Strength of Reinforced Concrete Structures. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2025; 5(125): 403–413. EDN: PDWDEC (In Russian)
8. Gabova, V.V. Research and Development of Design Methodology for Protective Enclosing Structures from Unmanned Aerial Vehicles. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser. Stroitel'stvo i arhitektura*. 2025; 1(98): 28–37. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_28. EDN: HEEKRI. Available: https://elibrary.ru/download/elibrary_80559332_64755532.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)
9. Pekhotikov, A.V., Abashkin, A.A., Gomozov, A.V., Luchkin, S.A. Effectiveness Analysis of Technical Solutions for Natural Ventilation of Ordinary Stairwells during Fire in Residential Buildings. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2023; 32(3): 69–81. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.03.69-81. EDN: CVYNEA. Available: www.elibrary.ru/download/elibrary_54073681_76627633.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)
10. Pekhotikov, A.V., Ivashchuk, R.A., Gomozov, A.V., Luchkin, S.A. Analysis of Technical Solutions for Fire Protection of Ordinary Stairwells during the Reconstruction of Sectional Residential Buildings. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2023; 32(2): 59–70. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.02.59-70. EDN: WHUFDN. Available: www.elibrary.ru/download/elibrary_53803655_39887978.pdf (accessed December 12, 2025). (In Russian)
11. Chen, Y., Yu, S., Zhang, X. Ground Risk Quantitative Assessment for UAV Operations in Urban Low-Altitude Scenarios. *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics*. 2025; 51(3): 806–815. <https://doi.org/10.13700/j.bh.1001-5965.2024.0244>
12. Dharmendra, C. Nation's Defense: A Comprehensive Review of Anti-Drone Systems and Strategies. IEEE Access. January 2025. DOI:10.1109/ACCESS.2025.3550338. License CC BY 4.0. Available: www.researchgate.net/publication/389805965_Nation's_Defense_A_Comprehensive_Review_of_Anti-Drone_Systems_and_Strategies (accessed December 12, 2025).
13. Wang, L. Research on Anti-UAV Technology in Urban Environments. *Journal of Electronic Research and Application*. 2025; 9(5): 143–149. DOI:10.26689/jera.v9i5.12391 Available: www.researchgate.net/publication/396740949_Research_on_Anti-UAV_Technology_in_Urban_Environments (accessed December 12, 2025).
14. Majdi, E.M. Analysis and Design of A Reinforced Concrete Building to Resist Explosions. *International Journal of Engineering Research and Technology*. 2022; 11(5). Available: www.researchgate.net/publication/369503508 (accessed December 12, 2025).
15. Fu, Feng. ASCE/SEI 59-22 Blast Protection of Buildings. 2023. DOI:10.1061/9780784415719.
16. Apartments in Hod HaSharon. Available: <https://israelsale.ru/kfar-saba/flat/plan.jpg> (accessed December 12, 2025). (In Russian)

Сведения об авторе

Полянцева Екатерина Романовна, канд. архитектуры, доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, notneb@ya.ru

Authors Details

Ekaterina R. Polyantseva, PhD, A/Professor, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, notneb@ya.ru

Статья поступила в редакцию 19.12.2025
Одобрена после рецензирования 17.02.2026
Принята к публикации 17.02.2026

Submitted for publication 19.12.2025
Approved after review 17.02.2026
Accepted for publication 17.02.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 161–176.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 161–176.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.4:72.03(571.17)

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-161-176>

EDN: HKDLEK

ОТ ШАХТЕРСКИХ ПОСЕЛКОВ К ПОЛИЦЕНТРИЧЕСКОМУ ГОРОДУ: ПРОЕКТНЫЕ ПОДХОДЫ ГИПРОГОРА В ГОРОДЕ КИСЕЛЕВСКЕ

Ксения Ивановна Колупаева, Ольга Геннадьевна Литвинова

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. Исследование посвящено анализу градостроительной концепции института «Гипрогор» для Киселевска в 1945–1947 гг. Эта концепция была разработана в рамках постановления СНК СССР от 10 февраля 1945 г. «Об упорядочении жилищно-коммунального хозяйства и планировки городов Кузбасса». Работа основана на анализе архивных документов, включая материалы РГА в Самаре.

Цель работы – реконструировать и оценить комплексный подход Гипрогора к преобразованию хаотично сложившейся агломерации шахтерских поселков в организованный индустриальный центр. Научная новизна заключается во введении в оборот архивных документов, которые позволили подробно раскрыть содержание и инновационный характер послевоенного генплана. Впервые показан переход от парадигмы «строительства на углях» к модели безопасного и устойчивого развития, основанной на принципах полицентризма и санитарно-защитного зонирования.

Методология исследования основана на историческом анализе и системном подходе, что позволило рассмотреть градостроительную концепцию как единое целое, связанное с промышленной политикой, социальными потребностями и природными условиями.

Результаты. Согласно результатам исследования, концепция Гипрогора заложила основу для трансформации Киселевска – из промышленного поселка он превратился в город с диверсифицированной экономикой и благоустроенной городской средой.

Ключевые слова: советское градостроительство, промышленный город, Гипрогор, градостроительная концепция, функциональное зонирование, реконструкция шахтерских поселков

Для цитирования: Колупаева, К.И., Литвинова, О.Г. От шахтерских поселков к полицентрическому городу: проектные подходы Гипрогора в городе Киселевске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 161–176. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-161-176>. EDN: HKDLEK

ORIGINAL ARTICLE

**FROM MINING COMMUNITIES TO POLYCENTRIC CITY:
PROJECT APPROACHES OF GIPROGOR INSTITUTE
IN KISELEVSK****Ksenia I. Kolupaeva, Olga. Litvinova***Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

Abstract. The study focuses on the analysis of urban planning concept proposed by the Giprogor Institute for Kiselevsk, which was developed between 1945 and 1947. This concept emerged due to the Soviet government efforts to streamline the urban planning in the Kuzbass region.

Purpose: The aim of the work is to reconstruct and assess Giprogor's comprehensive approach towards transforming a chaotic collection of mining towns into a well-organized industrial center.

Methodology: The work utilizes archival document, including those from the Russian State Archive in Samara and presents the historical analysis combined with a systematic approach to consider the urban planning as an integral part of industrial policy, societal needs, and environmental considerations.

Research findings: The paper presents a detailed examination of the content and innovation of the post-war masterplan. For the first time, it demonstrates a shift from the coal-fired development paradigm to a more stable model based on polycentricity and sanitary zoning.

Value: It is suggested that Giprogor laid the groundwork for transforming Kiselevsk into a diverse economic city with well-maintained surroundings.

Keywords: soviet urban development, industrial city, Giprogor Institute, urban planning concept, functional zoning, reconstruction of mining communities

For citation: Kolupaeva, K.I., Litvinova, O.G. From Mining Communities to Polycentric City: Project Approaches of Giprogor Institute in Kiselevsk. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2026; 28 (2): 161–176. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-161-176>. EDN: HKDLEK

Введение

Восстановление и развитие промышленных центров СССР в послевоенный период (1940-е – первая половина 1950-х гг.) – одни из приоритетных задач советского градостроительства. Этот этап, охарактеризованный Ю.Л. Косенковой как период перехода «от творческих исследований к практике строительства», был отмечен сложным взаимодействием между унаследованными довоенными планировочными моделями, директивными методами управления и поиском новых подходов к организации городской среды [2, 3]. Эти процессы приобрели особую значимость в регионах с ускоренной индустриализацией, таких как Кузбасс, где вновь созданные города и центры угледобычи, развившиеся из рабочих поселков, столкнулись с серьезными проблемами, связанными с хаотичной застройкой и отсутствием комплексного градостроительного планирования [1].

Историография советского градостроительства последнего десятилетия демонстрирует устойчивый интерес к региональным особенностям формирования городской среды. В научных трудах С.С. Духанова проводится детальный анализ архитектурно-планировочных характеристик городов Западной Си-

бири, включая центры угольной промышленности 1940–1950-х гг. В этих исследованиях отмечается переход от утопических градостроительных проектов ранних пятилеток к более прагматичным и функциональным решениям, характерным для данного исторического периода [7, 8, 10–13]. В рамках исследования Ю.А. Мыловой был проведен анализ эволюции планировочной структуры промышленных городов в Советском Союзе [6]. В работе рассматриваются общие тенденции и особенности реализации директивных установок в контексте различных социально-экономических условий [4, 5]. Вместе с тем, несмотря на наличие обобщающих работ по истории советского градостроительства [9], градостроительные проекты для отдельных индустриальных центров Кузбасса в послевоенный период, в частности для г. Киселевска, остаются недостаточно исследованными в современной научной литературе.

Целью настоящего исследования является проведение реконструкции и анализа градостроительной концепции, разработанной Государственным институтом съемки и планировки городов и проектирования гражданских сооружений НКВД РСФСР «Гипрогор» для г. Киселевска в период с 1945 по 1947 г. Исследование проведено в контексте общих тенденций в области послевоенного градостроительства в Советском Союзе и с учетом региональной специфики Кузбасса. Актуальность данного исследования обусловлена как вводом в научный оборот новых архивных источников, так и необходимостью детального изучения механизмов трансформации советской градостроительной политики в послевоенный период, который является ключевым для развития страны [14, 15].

Материалы и методы

Исторический анализ показывает, что Прокопьевск и Киселевск сформировались из небольших сельских населенных пунктов, чья судьба кардинально изменилась благодаря открытию и разработке угольных месторождений балахонской свиты¹. С 1917 г. и особенно в период с 1920 по 1930 г. регион превратился в ключевую промышленную зону страны, обеспечив к 1937 г. около половины всего объема угледобычи в Кузбассе. Однако этот индустриальный рост сопровождался значительными градостроительными проблемами: население увеличивалось, а рабочие поселки возникали стихийно, без должного градостроительного регулирования (без генерального плана)².

Попытки разработки планировочных решений для данной территории начались в 1930-х гг. под эгидой Новосибирского отделения института «Горстройпроект». Были предложены проекты создания центрального района будущего г. Прокопьевска на месте р. п. Тырган и селитебной зоны в р. п. Калзагай, который впоследствии стал г. Киселевском. Оба проекта находились на близком расстоянии друг от друга. Однако эти инициативы оказались нереализуемыми и не смогли урегулировать хаотичный характер застройки.

К 1939 г. Киселевск с населением около 47 тыс. чел. характеризовался катастрофически низкой нормой жилой площади – 3,2 м² на человека. Город-

¹ Балахонская свита – одна из свит угленосной толщи Кузнецкого бассейна. Она содержит преимущественно полуантрацитовые угли.

² Г. Киселевск. Проект планировки и застройка. 1949 г. Пояснительная записка // Российский государственный архив в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5-4. Д. 51. Л. 9–11.

ская среда представляла собой конгломерат поселков с примитивными жилищными условиями (бараки, землянки), высокой плотностью застройки и полным отсутствием инфраструктуры. Все эти объекты были возведены непосредственно на территориях будущих угольных разработок.

Ключевым моментом стало обследование в 1939 г. специальной Междуведомственной комиссией Наркомтопа СССР, Наркомхоза РСФСР и Новосибирскими областными организациями территории с детальным анализом проблемы, которая вынесла заключение о необходимости запрета на дальнейшее развитие города на угленосных территориях. Данная концепция была основана на принципах безопасности и долгосрочной перспективы. Комиссия предложила перенести застройку на восточные территории, свободные от угольных пластов, аргументируя это близостью к шахтам, экономической целесообразностью и возможностью создания комфортных условий для проживания. Эти решения были закреплены в постановлении Совета Народных Комиссаров РСФСР № 763 от 10 октября 1940 г. в «Указаниях о порядке застройки городов Кузбасса», что ознаменовало официальный отказ от предыдущей градостроительной политики.

Задача реализации этой новой концепции была возложена на институт «Гипрогор». В 1945 г. по постановлению Совета Народных Комиссаров СССР от 10 февраля 1945 г. «Об упорядочении жилищно-коммунального хозяйства и планировки городов Кузбасса» началась работа, которая стала качественно новым этапом в градостроительном развитии региона.

Специалисты Гипрогора начали с разработки схематического проекта объединенного города (Прокопьевск-Киселевск). После проведения экспертиз и рассмотрения в Государственном комитете планирования документ был трансформирован в самостоятельный генеральный план г. Киселевска. Этот процесс демонстрирует переход от общих концептуальных идей к конкретному, детально проработанному документу³.

Первый вариант генерального плана, представленный в 1948 г., не являлся окончательным. Он прошел стадию корректировок с учетом замечаний местных органов власти и экспертной комиссии, что свидетельствует о стремлении создать реализуемый и практичный документ, а не идеализированную схему.

При разработке итогового варианта генерального плана архитекторы устранили два ключевых недостатка ранней концепции: устаревшую гигантоманию и чрезмерную дробность застройки. Взамен был предложен сбалансированный и комплексный подход.

Важно отметить, что в новом градостроительном документе не было полностью отвергнуто наследие прошлого. Напротив, были сохранены ценные идеи старых проектов, которые были адаптированы в соответствии с современными (на тот момент) требованиями и, самое главное, с учетом жесткого запрета на строительство над угольными шахтами.

Если первоначальные концепции 1930-х гг. были либо утопичными, либо вовсе отсутствовали, а решения комиссии Иваницкого определили лишь страте-

³ Г. Киселевск. Проект планировки и застройки. 1949 г. Пояснительная записка // Российский государственный архив в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5-4, ед. Д. 51, Л. 12–22.

гическое направление развития территорий, то специалисты Гипрогора выполнили сложнейшую задачу по созданию практического, инженерно обоснованного и комплексного генерального плана. Эта работа подвела черту под периодом стихийного градостроительства и заложила основы для планомерного и устойчивого развития г. Киселевска, впервые поставив на первый план не только промышленные интересы, но и необходимость создания безопасной и благоустроенной городской среды.

Естественные климатические и геологические условия строительства региона

Перед началом проектных работ институтом «Гипрогор» был проведен комплекс фундаментальных исследований естественных условий Прокопьевско-Киселевского района. Эти исследования выявили тесную взаимосвязь между геологической средой, климатическими условиями, рельефом и ресурсами, определяющими строительный потенциал территории.

Геологическое строение района, характеризующееся наличием продуктивных угленосных отложений балахонской свиты, стало ключевым фактором, оказавшим значительное влияние на его промышленное развитие. Однако данное геологическое строение также создало определенные сложности для градостроителей.

Территория района была классифицирована по участкам – пригодные, условно пригодные и непригодные для застройки. Непригодными для застройки были признаны участки, где продуктивные угольные пласты залегают на глубине до 300 м. Это связано с высоким риском подземных выработок, что может привести к деформациям земной поверхности. Данная классификация существенно ограничила зоны возможного расселения и потребовала проведения сложных инженерно-геологических изысканий.

В то же время осадочные горные породы, характерные для данного района, явились источником ценных строительных материалов. Известняки, добываемые на Зенковском и Калзагайском месторождениях, а также глины, залегающие на Афонинском и Тырганском плато, нашли широкое применение в строительстве. Таким образом, геологическая среда района, являясь одновременно препятствием и ресурсом, определила основные направления строительного развития.

Резко континентальный климат Прокопьевско-Киселевского района, характеризующийся суровыми зимами, сильными ветрами и значительными колебаниями температур, предъявлял повышенные требования к выбору строительных материалов и планировке городской среды. Преобладание в строительстве кирпича и древесины, обладающих хорошими теплоизоляционными свойствами, было обусловлено именно холодным климатом.

Ландшафтные особенности района, включающие переход от лесостепи к тайге, оказывали влияние на микроклимат. Для смягчения негативного воздействия ветра были разработаны проекты озеленения и создания защитных лесополос. Местное сырье, такое как глины и известняки, использовалось для производства строительных материалов, обладающих высокой устойчивостью к климатическим воздействиям.

Гидрографическая сеть района, включающая реки Абу, Кара-Чумыш и Ускат, представляла собой проблему с точки зрения водоснабжения из-за низкой водности и загрязнения шахтными стоками. Однако долины этих рек и овражные системы стали источниками строительных материалов, таких как песок и гравий, которые использовались для производства бетона и дорожного строительства.

Хотя заболоченные участки в долинах рек считались непригодными для застройки и требовали масштабных мелиоративных мероприятий, они служили источником нерудных строительных материалов.

Сейсмическая активность района, отнесенного к 7-балльной зоне, также оказывала влияние на выбор строительных технологий и материалов. Требовалось применение антисейсмических конструктивных решений, что ограничивало этажность кирпичных зданий до четырех этажей. Для строительства более высоких зданий применялись специальные конструкции.

Естественные условия Прокопьевско-Киселевского района обеспечили практически полный автономный набор строительных материалов. Известняки, добываемые на Зенковском и Белокаменском месторождениях, использовались для производства извести, минеральные пигменты, добываемые на Лучшевском месторождении, – для отделочных работ. Кирпичные глины, залегающие на Афонинском и Усятинском месторождениях, служили основой для производства кирпича. Песчаники, добываемые на Зенковском месторождении, а также рыхлые осадочные породы (песок и гравий) использовались для производства бетона и дорожного строительства⁴.

Таким образом, естественные условия Прокопьевско-Киселевского района сформировали комплексную основу для его развития. Угленосные недра, определившие промышленную специализацию территории, также наложили ограничения на возможности градостроительства. Однако тот же геологический фундамент обеспечил строителей ценными местными ресурсами, такими как известняк, глина, песок и камень. Сложный рельеф, суровый климатический режим и сейсмическая активность потребовали тщательной инженерной подготовки и адаптации строительных технологий. Градостроительство в данном регионе представляет собой сложное искусство использования природных условий, где глубокое понимание инженерной геологии, гидрогеологии и местной сырьевой базы является ключевым фактором безопасного и устойчивого развития.

Состояние города Киселевска на момент обследования

Детальная урбанистическая инвентаризация Киселевска, проведенная в середине XX в., выявила характерные черты урбанистического кризиса, обусловленного отсутствием комплексного градостроительного планирования. Это привело к значительным социальным и санитарным проблемам. Систематизация полученных данных позволила объективно оценить масштабы существующих проблем.

Киселевск был официально основан в 1936 г. и являлся административным центром соответствующего района. Его географическое положение в цен-

⁴ РГА в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 24–49.

тре промышленного региона оказало существенное влияние на его развитие и планировку. Основные параметры положения Киселевска в системе расселения в 1940-е гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Киселевск в системе расселения (1940-е гг.)

Table 1

Kiselevsk in the settlement system in the 1940s

Параметр	Значение	Комментарий
Расстояние до Кемерово	254 км	Показывает относительную удаленность от областного центра
Расстояние до Прокопьевска	18 км	Подчеркивает тесную связь с соседним угольным городом-спутником
Площадь района	146 тыс. га	Контекст для оценки сельскохозяйственных и лесных ресурсов
Лесопокрытая площадь	90,9 тыс. га	Указывает на значительный лесной потенциал, слабо использовавшийся для благоустройства

Город сформировался как конгломерат разрозненных населенных пунктов, возникших спонтанно в непосредственной близости от угледобывающих предприятий. Большая часть этих поселков располагалась непосредственно на территориях с углеводородными ресурсами, что представляло собой непосредственную угрозу для жизни и здоровья местного населения (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика селитебных районов Киселевска

Table 2

Characteristics of residential areas in Kiselevsk

Район	Расположение/ Характер	Преобладающая застройка	Благоустройство/ Инфраструктура
Калзагай	За городом, на берегу р. Калзагай	Деревянные дома	Не благоустроен. Есть школа, амбулатория, столовая
Тугай	Примыкает к шахте «Дальние горы»	Землянки, деревянные дома	Не благоустроен. Учреждения в малопригодных зданиях
Центральная часть	Административный центр	Капитальные здания, благоустроенные улицы	Подвержена угольным подработкам. Единственная благоустроенная улица – Интернациональная
4-й Горный район	На угольной территории	Индивидуальные деревянные дома	Частично благоустроен. Ограничен ж/д и рекой
Афонино	Вдоль р. Тугран	Деревянные дома	Подрабатывается шахтами. Есть клуб, школа, пекарня, амбулатория

Окончание табл. 2
End of table 2

Район	Расположение/ Характер	Преобладающая застройка	Благоустройство/ Инфраструктура
Зеленая Казанка	У ж/д дороги, на безугольной тер- ритории	Одноэтажные дома, хаотичная за- стройка	Есть школа, прачечная, клуб
Суртаиха	На угольной террито- рии	Деревянные дома	Не благоустроен. Подра- батывается шахтами
Черкасов Камень	Заселен рабочими Госмашзавода	Деревянные дома и двухэтажные ка- питальные здания	Наиболее перспектив- ный для застройки

Как следует из характеристики районов, представленной в табл. 2, насе-
ление распределялось крайне неравномерно.

Распределение населения по районам следующее (общее население
~ 95 тыс. чел.):

- Центральный + Зеленая Казанка + Черкасов Камень – 51 тыс. чел. (~ 54 %);
- Четвертый горный + Афонино – 36 тыс. чел. (~ 38 %);
- Суртаиха, Тугай, Калзагай – 8 тыс. чел. (~ 8 %).

Анализ жилого фонда:

- общая площадь – 300 000 м²;
- структура фонда – 50 % – деревянные дома, 35 % – каркасно-засыпные, что
указывает на крайне низкое качество и временный характер большей части жилья;
- ветхий фонд – 94 дома площадью 15 428 м² подлежали сносу.

Учреждения обслуживания представляют собой точечные очаги цивили-
зации, тогда как социальная инфраструктура развита крайне слабо и не соот-
ветствует потребностям растущего населения. В табл. 3 представлены система-
тизированные данные о наличии инфраструктуры на момент обследования.

Таблица 3

Социальная и коммунальная инфраструктура

Table 3

Social and communal infrastructure

Сфера	Мощность	Оценка ситуации
Образование	17 школ на 4010 мест	Острая нехватка мест, школы работали в 2 смены
Культура	Клуб угольщиков (675 мест), стадион	Минимальное обеспечение досуга
Здравоохранение	4 больницы на 420 коек	~ 4,5 койки на 1000 чел.
Коммунальные услуги	5 бань, 1 прачечная, 2 гостиницы (32 места)	Крайне недостаточно для города с почти 100-тысячным населением
Озеленение	10 га городского сада	1 м ² зеленых насаждений общего поль- зования на жителя (при норме 15–20 м ²)

Система централизованного водоснабжения охватывала лишь 4134 м² жилой площади. Отсутствие централизованной системы водоотведения приводило к выбросу сточных вод в водные объекты, что вызывало загрязнение водных ресурсов и способствовало распространению эпидемий. Население использовало колодцы и водоемы для питьевых нужд, не соответствующие санитарно-гигиеническим нормам⁵. В результате интенсивной угледобывающей деятельности наблюдались провалы земной поверхности, которые трансформировались в очаги малярии и других инфекционных заболеваний.

Неконтролируемое развитие г. Киселевска привело к ряду негативных последствий.

1. Отсутствие координированного градостроительного проектирования привело к формированию разрозненных поселков, не обеспеченных эффективной транспортной инфраструктурой.

2. Преобладание временных, аварийных и небезопасных жилых объектов, расположенных в зонах повышенного экологического риска.

3. Дефицит образовательных, медицинских и культурно-досуговых учреждений, что негативно влияло на качество жизни населения.

4. Отсутствие базовых инженерных систем, таких как водоснабжение и водоотведение, а также критическое состояние окружающей среды.

Проведенное исследование послужило основой для разработки послевоенного генерального плана города, направленного на комплексное преобразование городской среды и вывод ее из состояния перманентной чрезвычайной ситуации.

Градостроительная стратегия Гипрогора для города Киселевска: от горнодобывающего поселения к индустриальному центру

На основании комплексного анализа архивных документов представляется возможным реконструировать целостную концепцию градостроительного развития, предложенную институтом «Гипрогор» в послевоенный период для г. Киселевска. Данная стратегия представляла собой радикальное отступление от предыдущих подходов и предусматривала системное решение накопившихся проблем, трансформируя агломерацию шахтерских поселков в единый, функционально организованный и безопасный город⁶.

Основной принцип – дифференциация рисков и функциональных зон. Ключевой идеей, лежащей в основе всех предложений Гипрогора, стал принцип зонирования и санитарного разделения⁷. Осознавая катастрофические последствия строительства на территориях с угольными пластами, институт предложил жесткую дифференциацию.

1. Введение запрета на новое жилищное строительство в зонах, подверженных вредному воздействию горных работ и подземных выработок. Это решение являлось основополагающим и кардинально меняло парадигму городского развития (рис. 1).

⁵ РГА в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 54–66.

⁶ Там же. Л. 116–122.

⁷ Там же. Л. 151–219 об.

2. Сохранение существующего капитального жилого фонда в условно пригодных зонах (например, в части Центрального района) при условии соблюдения установленных санитарных разрывов в 500 м от терриконов и обеспечения необходимых мер безопасности.

3. Постепенная ликвидация и демонтаж наиболее проблемных поселков, расположенных в зонах повышенного риска: Тугай, Суртаиха, Четвертый Горный район, Зиминка.

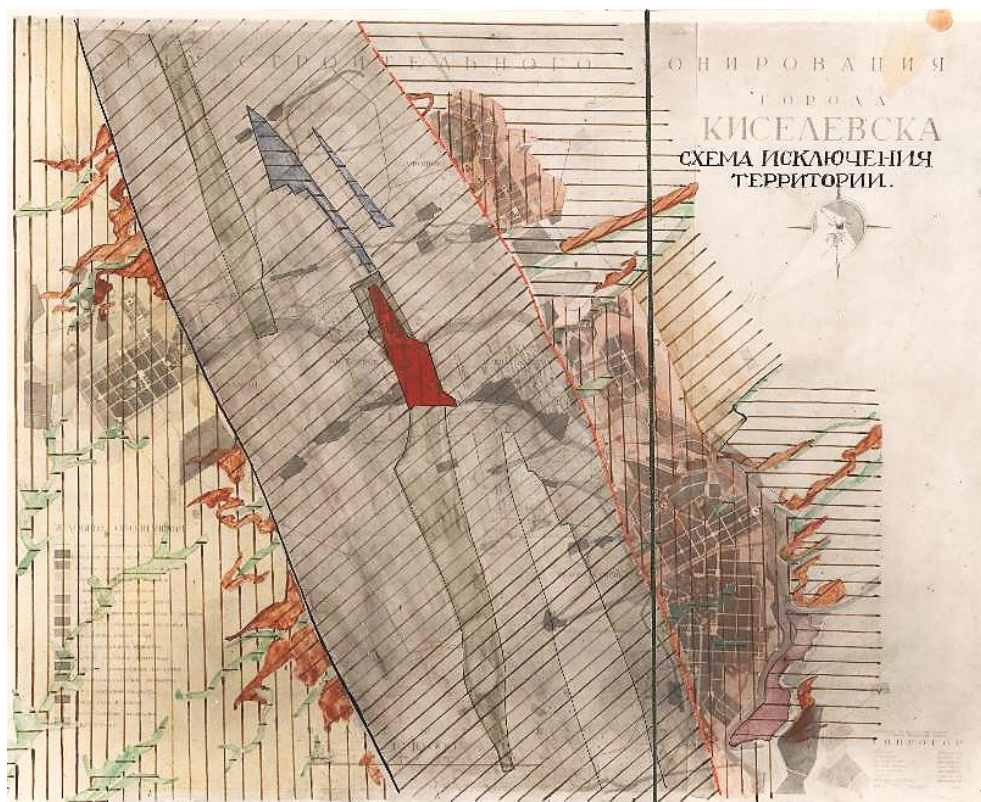


Рис. 1. Схема исключения территории⁸
Fig. 1. Territorial exclusion

Организация территориального планирования была задумана как формирование полицентрической структуры. Вместо стихийной застройки Гипрогор предложил четкую полицентрическую модель, базирующуюся на создании крупных, функционально организованных жилых районов. Перечень этих районов представлен в табл. 4⁹.

Предложенная планировочная структура, которая показана в табл. 4, позволяла приблизить жилье к местам приложения труда, избегая при этом вредного соседства.

⁸ РГА в г. Самаре. Ф. Р-850, Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 23.

⁹ РГА в г. Самаре. Ф. Р-850, Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 84–106 об.

Таблица 4

Новая планировочная структура Киселевска по версии Гипрогора

Table. 4

New planning structure of Kiselevsk according to the Giprogor version

Селитебный район	Проектное население	Роль и характеристика	Размещение промышленности
Черкасов Камень – Зеленая Казанка	150 000 чел. (60 %)	Главный планировочный центр города, размещенный на безугольных землях	Крупный промузел: машиностроительные заводы, ТЭЦ, стройкомбинат, легкая промышленность
Калзагай	60 000 чел.	Второй по значимости район, связанный с новым шахтным строительством на Тырганском плато	Строительство новых шахт, закладочный карьер
Афонино	~18 000 чел.	Сохраняемый и развивающийся район к северо-востоку от центра	Действующие и проектируемые шахты, местная промышленность
Центральный район	~23 000 чел.	Административный и культурный центр, подлежащий частичной реконструкции	Сохранение и реконструкция существующих предприятий, новая шахта № 13

Архитектурно-планировочные и инженерные решения

Институт «Гипрогор» разработал комплексную стратегию градостроительного развития, направленную на существенное улучшение качества городской среды (рис. 2). Проект предусматривал внедрение сбалансированного подхода к застройке, включающего два аспекта:

1. Высотную застройку (до 40 %): в районах, таких как Черкасов Камень и Центральный район, с целью формирования компактных и функционально насыщенных городских пространств.

2. Малоэтажную застройку (37,5 %) и усадебное строительство (22,5 %): для периферийных зон, что учитывало социально-экономические предпочтения части населения и оптимизировало затраты на строительство.

Особое внимание уделялось развитию системы зеленых насаждений общего пользования с целью достижения показателя 22–26 м² зеленых насаждений на одного жителя (в сравнении с 1 м² на момент проведения обследования). Планировалось создание центральных парков, районных садов, бульваров, а также ветро- и санитарно-защитных полос, разделяющих промышленные зоны и жилые массивы.

Комплекс мероприятий включал регулирование русел рек, осушение заболоченных территорий, организацию ливневой канализации и проведение вертикальной планировки, что являлось необходимым условием для осуществления капитального строительства.

Для обеспечения транспортной и инженерной связности разрозненных районов Гипрогор предложил создание современной транспортной инфраструктуры (рис. 3). Планировалась сеть магистральных дорог и трамвайных линий общей протяженностью 94 км, объединяющих основные районы города и обеспечивающих транспортную доступность железнодорожной станции.

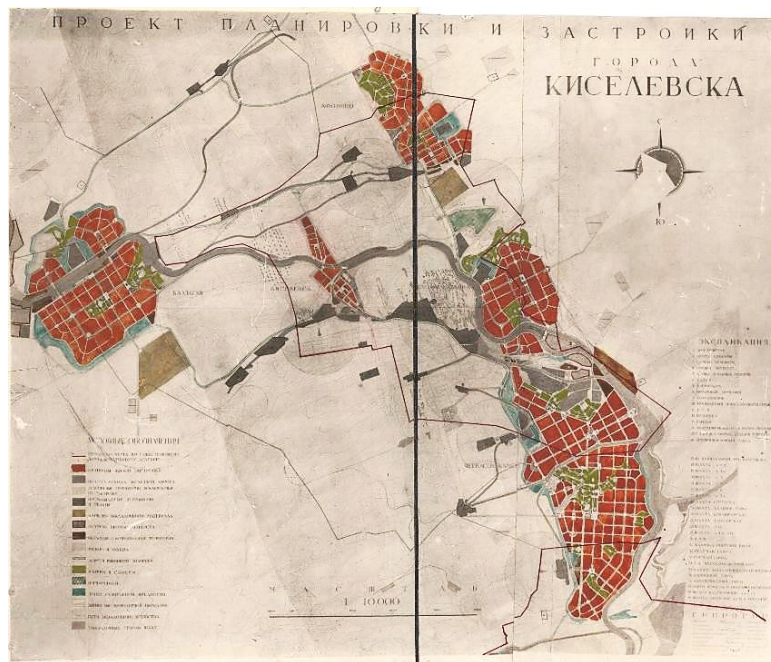


Рис. 2. Проект планировки и застройки¹⁰
Fig. 2. Planning and development project



Рис. 3. Схема внешнего и городского транспорта¹¹
Fig. 3. A map of external and municipal transport

¹⁰ РГА в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 8.

¹¹ РГА в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 123.

Учитывая исчерпание и загрязнение местных водных ресурсов, институт разработал проект перевода системы водоснабжения на р. Кара-Чумыш с созданием водохранилища, плотины и системы очистных сооружений. Впервые была предложена комплексная система канализации с биологической очисткой сточных вод.

Учитывая зависимость города от угольной промышленности, Гипрогор разработал стратегию диверсификации экономики¹². Наряду с развитием угледобычи (строительство шахт «Красногорская» и «Тайбинская») акцент делался на развитии машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности в Черкасовом Камне, а также пищевой и легкой промышленности. Для обеспечения энергетических потребностей города и промышленности планировалось строительство теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) в Черкасовом Камне и Калзагае, функционирующих по принципу когенерации.

Проект Гипрогора сочетал научный подход к вопросам безопасности (вынос жилых зон из зон потенциального риска) с передовыми градостроительными концепциями, включая полицентричность, зонирование и комплексное развитие инфраструктуры. Целью данного плана являлось преобразование Киселевска из угольного города-прииска в современный индустриальный центр с диверсифицированной экономикой, устойчивой и благоустроенной средой для жизни, в которой промышленное развитие служит катализатором общего прогресса, а не доминирует над ним.

Заключение

Исследование градостроительной концепции Гипрогора для г. Киселевска, разработанной в период с 1945 по 1947 г., выявляет существенные изменения в подходах к планированию промышленных центров в послевоенный период. Первоначально город представлял собой стихийный конгломерат шахтерских поселков, где промышленные интересы доминировали над социальными и санитарными аспектами жизни населения. Проект Гипрогора предложил комплексную модель преобразования, направленную на создание устойчивой и безопасной городской среды.

Одним из ключевых достижений института стал научно обоснованный отказ от парадигмы строительства «на углях». Были внедрены принципы жесткого зонирования территории, выведены жилые зоны из зон подработки и воздействия вредных факторов, связанных с деятельностью шахт. Также была инициирована ликвидация наиболее проблемных поселков, что заложило основу для долгосрочного и безопасного развития города.

Предложенная полицентрическая структура с выделением ключевых планировочных районов (Черкасов Камень – Зеленая Казанка, Калзагай, Афонино, Центральный район) позволила функционально организовать городское пространство. Это обеспечило приближение жилых зон к местам приложения труда, исключив при этом негативное соседство. Данный подход сочетался с инновационными для того времени решениями в области транспортной инфраструктуры, инженерного оборудования и комплексного озеленения. Эти

¹² РГА в г. Самаре. Ф. Р-850. Оп. 5. Д. 4. Ед. хр. 51. Л. 67–81 об.

меры были направлены на создание полноценной городской среды, соответствующей современным требованиям.

Таким образом, градостроительная стратегия Гипрогора представляла собой комплексную программу преобразования Киселевска из промышленного прииска в современный индустриальный центр с диверсифицированной экономикой и благоустроенной средой. Этот опыт демонстрирует переход от утилитарного и ведомственного подхода к комплексному и человеко-ориентированному планированию. Уроки, извлеченные из данного проекта, сохраняют свою актуальность при развитии монопромышленных городов в современных условиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Глотов, Г.А., Перцик, Е.Н. Будущее городов Кузбасса. Проблемы градостроительства и районной планировки. Кемерово : Кемеровск. кн. изд-во, 1972. 163 с.
2. Косенкова, Ю.Л. Советский город 1940-х – первой половины 1950-х годов. От творческих поисков к практике строительства. 2-е изд., доп. Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. 440 с.
3. Косенкова, Ю.Л. Советский город 1940-х – первой половины 1950-х годов : специальность 18.00.01 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора архитектуры / Косенкова Юлия Леонидовна. Москва, 2000. 50 с.
4. Мылова, Ю.А. Директивный метод в советском градостроительстве 1930-х гг. // Баландинские чтения. 2014. Т. 9. № 3. С. 134–138. EDN: TMYRQB
5. Мылова, Ю.А. Эволюция планировочной структуры советского промышленного города (на примере г. Комсомольска-на-Амуре) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2016. № 1 (28). С. 16–21. EDN: VRNFAX
6. Мылова, Ю.А., Крадин, Н.П. Специфика формирования архитектурно-градостроительной среды советского города середины XX в. (на примере г. Комсомольска-на-Амуре, Хабаровский край) // Баландинские чтения. 2014. Т. 9. № 1. С. 359–367. EDN: SCKLSP
7. Духанов, С.С. Роль промышленной архитектуры 1920-х – начала 1950-х гг. в формировании архитектурно-градостроительного облика городов Западной Сибири // Индустриальное наследие России: междисциплинарные исследования, опыт сохранения, стратегии реновации : сборник тезисов Всероссийской научной конференции, посвященной 175-летию Русского географического общества и 90-летию Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Ханты-Мансийск, 08–09 октября 2020 г. Ханты-Мансийск : ООО «Югорский формат», 2020. С. 15–18. EDN: UMLZWZ
8. Духанов, С.С., Журин, Н.П. Опыт архитектурного проектирования в Новосибирске 1920–1950-х гг. Новосибирск : Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, 2018. 180 с. EDN: DOSSWZ
9. Вайтенс, А.Г., Волчок, Ю.П., Вяземцева, А.Г. и др. Советское градостроительство. 1917–1941. Москва : Прогресс-Традиция, 2018. 1490 с. ISBN 978-5-89826-504-5. EDN: YVAERY
10. Духанов, С.С. Проблемы типового проектирования в Западной Сибири в конце 1950–60-х гг. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 1. С. 19–33. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-1-19-33. EDN: VKBVTO
11. Духанов, С.С. Архитектурно-планировочные особенности городов угольной промышленности Западной Сибири 1940–1950-х гг. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 5 (64). С. 88–98. EDN: ZMITVT
12. Духанов, С.С. Общественные центры городов Западной Сибири в послевоенное десятилетие // Архитектурное наследие. 2018. № 68. С. 280–292. EDN: YBDNVB
13. Духанов, С.С. Особенности формирования архитектурно-планировочной специфики городов Западной Сибири в 1920–1950-е годы // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ : тезисы докладов Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов,

- Москва, 02–06 апреля 2018 г. Москва : Московский архитектурный институт (государственная академия), 2018. Т. 1. С. 164–165. EDN: YMEFUL
14. Думчиков, А.А. Первый этап проектирования Черниковского промышленного узла. Проект архитектора М.Я. Гинзбурга: концепция, критика, реализация // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 40. № 3 (103). С. 74–82. DOI: 10.24412/1728-5283-2021-3-74-82. EDN: LQKKQY
 15. Кonyшева, Е.В. Формирование концепции жилого микрорайона в советском градостроительстве 1930-х годов // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 4. С. 82–92. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-82-92. EDN: EJBAXL

REFERENCES

1. Glotov, G.A. Pertsik, E.N. The Future of Kuzbass Cities. Problems of Urban and District Planning. Kemerovo. 1972. 163 p. (In Russian)
2. Kosenkova, Yu.L. The Soviet City of the 1940–1950s. From Creative Pursuits to Practical Construction. 2nd edn. Moscow: LIBROCOM, 2009. 440 p. (In Russian)
3. Kosenkova, Yu.L. “The Soviet city of the 1940–1950s”. DSc Abstract. Moscow, 2000. 50 p. (In Russian)
4. Mylova, Yu.A. The Directive Method in Soviet Urban Planning in the 1930s. In: *Coll. Papers in memory of S.N. Balandin 'Balandin Readings'* 2014; 9(3): 134–138. EDN: TMYRQB (In Russian)
5. Mylova, Yu.A. The Planning Structure Evolution of a Soviet Industrial City (the Komsomolsk-on-Amur case study). *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2016; 1(28): 16–21. EDN: VRNFAX (In Russian)
6. Mylova, Yu.A., Kradin, N.P. The Formation of Architectural and Urban Environment of a Soviet City in the 20th Century (the Komsomolsk-on-Amur and Khabarovsk case studies) In: *Coll. Papers in memory of S.N. Balandin 'Balandin Readings'* 2014; 9(1): 359–367. EDN: SCKLSP (In Russian)
7. Dukhanov, S.S. The role of Industrial Architecture in the 1920–1950s in Architecture and Urban Development of Western Siberia Cities. In: *Proc. All-Russ. Sci. Conf. 'Industrial Heritage of Russia: Interdisciplinary Research, Conservation Experience, Renovation Strategies'*. October 8–9, 2020. Khanty-Mansiysk, 2020. Pp. 15–18. EDN: UMLZWZ (In Russian)
8. Dukhanov, S.S., Zhurin, N.P. Architectural Design in Novosibirsk in the 1920–1950s. Novosibirsk, 2018. 180 p. EDN: DOSSWZ (In Russian)
9. Vaitens, A.G., Volchok, Yu.P., Vyazemtseva, A.G., et al. Soviet Urban Planning in 1917–1941. Moscow: Progress-Traditsiya, 2018. 1490 p. ISBN 978-5-89826-504-5. EDN: YVAERY (In Russian)
10. Dukhanov, S.S. Standardized Design in Western Siberia Late in the 1950–60s. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2021; 23(1): 19–33. DOI 10.31675/1607-1859-2021-23-1-19-33. EDN: VKBVTO (In Russian)
11. Dukhanov, S.S. Architecture and Planning of Coal Industry Cities in West Siberia in the 1940–50s. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017; 5(64): 88–98. EDN: ZMITVT (In Russian)
12. Dukhanov, S.S. Urban Community Centers in Western Siberia in the Post-War Decade. *Arkhitekturnoe nasledstvo*. 2018; 68: 280–292. EDN: YBDNVB (In Russian)
13. Dukhanov, S.S. Architecture and Urban Planning in West Siberia Cities in the 1920–50s. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Science, Education and Experimental Design at MARCHI'*, Vol. 1. 2–6 April 2018. Moscow, 2018. Pp. 164–165. EDN: YMEFUL (In Russian)
14. Dumchikov, A.A. The first Design Stage of Chernikov Industrial Hub. The project by M.I. Ginzburg: Concept, Criticism, Implementation. *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan*. 2021; 40(3): 74–82. DOI: 10.24412/1728-5283-2021-3-74-82. EDN: LQKKQY (In Russian)
15. Konysheva, E.V. The Concept of Residential Neighborhood in Soviet Urban Planning in the 1930s. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2023 (4): 82–92. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-82-92. EDN: EJBAXL (In Russian)

Сведения об авторах

Колупаева Ксения Ивановна, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ksushakolupaeva@gmail.com

Литвинова Ольга Геннадьевна, канд. ист. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, litvinova-olga1982@gmail.com

Authors Details

Ksenia I. Kolupaeva, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, ksushakolupaeva@gmail.com

Olga G. Litvinova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, litvinovaolga1982@gmail.com

Вклад авторов

Литвинова О.Г. – научное руководство, концепция исследования, методология, итоговые выводы.

Колупаева К.И. – поиск и систематизация источников, анализ данных, подготовка текста, итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

Litvinova O.G. – supervision; conceptualization, methodology.

Kolupaeva K.I. – literature review, data analysis, original draft preparation.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.10.2025
Одобрена после рецензирования 18.03.2026
Принята к публикации 10.04.2026

Submitted for publication 13.10.2025
Approved after review 18.03.2026
Accepted for publication 10.04.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 177–189.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 177–189.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 725.1(571.14)

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-177-189>

EDN: GXXFWB

ОБ АРХИТЕКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ НОВОСИБИРСКА В ОБЩЕКУЛЬТУРНОМ КОНТЕКСТЕ СЕРЕДИНЫ 1950-Х – КОНЦА 1980-Х ГОДОВ

Ольга Борисовна Свешникова

*Новосибирский государственный университет архитектуры,
дизайна и искусств им. А. Д. Крячкова, г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. Анализируются архитектурные решения общественных зданий и комплексов Новосибирска, обусловленные политическими, экономическими и культурными условиями середины 1950-х – конца 1980-х гг. Для более полного понимания социокультурного контекста привлекается анализ развития зарубежной архитектуры, а также учет градостроительных и природно-ландшафтных условий. Рассматриваемый период многое определил в современном облике города. Несмотря на масштабное строительство и широкое применение типовых решений, в Новосибирске были возведены уникальные общественные здания и комплексы, составившие ценный пласт архитектуры города.

Цель работы – определение взаимосвязи стилевой направленности архитектуры и социокультурной среды, выявление идентичности новосибирского модернизма общим тенденциям.

Методика исследования основана на системном подходе, который включает в себя исторический, сравнительный и натурный анализ с использованием научных, литературных источников и архивных данных, профессиональных периодических изданий.

Результатом является определение идентичности архитектуры этого периода общемировым течениям, а также ее уникальности и своеобразия, что позволяет шире раскрыть проблему развития города, строительства новых объектов с учетом преемственности и градостроительной культуры.

Ключевые слова: архитектура Новосибирска, общественные здания, социокультурная среда, модернизм, архитектурно-предметная среда

Для цитирования: Свешникова, О.Б. Об архитектуре общественных зданий Новосибирска в общекультурном контексте середины 1950-х – конца 1980-х годов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 177–189. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-177-189>. EDN: GXXFWB

ORIGINAL ARTICLE

**ARCHITECTURE OF PUBLIC BUILDINGS IN NOVOSIBIRSK
IN THE CULTURE OF THE MID-1950s AND LATE 1980s****Ol'ga B. Sveshnikova***Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts,
Novosibirsk, Russia*

Abstract. Purpose: The aim of the work is to study the architecture of public buildings and complexes in Novosibirsk, influenced by political, economic, and cultural conditions of the mid-1950s and late 1980s.

Methodology/approach: The historical and systematic approach, comparative and field analysis, using scientific, literary sources and archival data, professional periodicals. For the better understanding of sociocultural conditions, the article analyzes the development of foreign architecture, as well as urban planning and natural and landscape conditions. This period plays a significant role in the city development. Despite the extensive construction and widespread use of standardized solutions, there are still unique public buildings and complexes that contribute to the rich tapestry of Novosibirsk architecture.

Research findings: The identification of the architecture of this period with global trends, its uniqueness and originality, which allow for a broader understanding of the urban development and construction of new facilities, taking into account the urban planning culture.

Keywords: Novosibirsk architecture, public buildings, socio-cultural environment, modernism, built environment

For citation: Sveshnikova, O.B. Architecture of Public Buildings in Novosibirsk in the Culture of the Mid-1950s and Late 1980s. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2026; 28 (2): 177–189. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-177-189>. EDN: GXXFWB

Введение

Середина 50-х – конец 80-х гг. XX в. – важный этап в развитии Новосибирска. Начавшийся в это время переход на индустриальные способы строительства в большой степени затронул проектирование и строительство жилища, повлиял на архитектуру общественных зданий, кардинально изменил всю композиционно-стилевую систему. В настоящее время растет интерес к этому созидательному периоду, одновременно, в связи с активным развитием Новосибирска, утрачиваются отдельные фрагменты архитектуры того времени. Актуальность исследования определяется важностью сохранения целостности архитектурной среды, выявлением ценности модернистских зданий, во многом составивших своеобразие Новосибирска и сформировавших идентичность его архитектуры общекультурным явлениям.

Архитектура Новосибирска второй половины XX в. отражена в работах С.Н. Баландина [1], М.Р. Колпаковой и Г.Н. Туманика [2], И.В. Невзгодина [3] и др.

В отношении зарубежной послевоенной архитектуры и советской архитектуры середины 50-х – конца 80-х гг. XX в. применялись определения «новая», «современная», «международный стиль» (А.В. Иконников, В.Л. Хайт, А.В. Рябушин и др.). Во втором десятилетии XXI в. к этому явлению стал применяться термин «модернизм», «советский модернизм», modern – современный (Ф. Новиков и В. Белоголовский, О. Казакова, О.В. Орельская [4] и др.). В по-

следние годы появились издания, посвященные архитектуре модернизма Москвы¹, Ленинграда², Омска [5] и других городов. Также в исследованиях Д.Ю. Кисельниковой затрагивается определение модернизма вообще и модернизма в Новосибирске в частности [6, 7].

Советский модернизм признается уникальным этапом развития архитектуры, и Новосибирск обладает ценными, интересными объектами, часть из которых признана памятниками культурного наследия, часть – нет, но достойна изучения и сохранения.

Целью исследования является определение взаимосвязи стилевой направленности архитектуры и социокультурной среды, выявление идентичности новосибирского модернизма общим тенденциям.

Методика исследования основана на системном подходе, включающем исторический, сравнительный и натурный анализ с использованием научных, литературных источников и архивных данных.

Результаты

После окончания Второй мировой войны в зарубежной архитектуре возобладавало новое стилевое движение, отражающее научно-технический прогресс, правду жизни, подлинные ценности, – модернизм. Утверждение радикально нового, не связанного с прошлым, стало символом послевоенного возрождения. Во всем мире 1950–60-е гг. отмечены всплеском градостроительного развития, освоением новых территорий, большим объемом нового строительства. Быстрыми темпами шло развитие науки и техники. Идейной основой архитектуры было сильное созидательное начало социума, устремленность в будущее, стремление к открытости, прозрачности, готовность освоения новых территорий. Эти идеи были свойственны многим странам, затронутым Второй мировой войной, читаются они и в архитектуре Советского Союза, но имеют свою специфику.

В советском обществе после 1953 г. – смерти Сталина и смены политического направления – происходят изменения, повлиявшие на все стороны жизни. В первую очередь изменения коснулись архитектуры и строительства. Оживляются международные контакты, активизируется процесс освоения Сибири, начинается преодоление острейшего жилищного кризиса. Переоценивается собственная новейшая история, возникают настроения отказа от прошлого, устремленности в будущее, стремление к открытости, готовность к освоению новых территорий, творческой деятельности. Происходит обмен информацией и приобретение научно-технической литературы за рубежом, направляются за границу делегации специалистов. Кардинально меняется стилевая направленность архитектуры.

Заметным культурным явлением этого периода стала футурология. Составлялись проектные гипотезы относительно вариантов развития предметного окружения. Футурологические гипотезы разрабатывались в странах Запада, в Японии, в Советском Союзе (Ле Корбюзье, Ж.К. Бернар, М. Коти, К. Курокава,

¹ Броницкая А.Ю., Малинин Н.С. Москва: архитектура советского модернизма. 1955–1991. Справочник-путеводитель. Москва: Garage, 2023. 962 с.

² Броницкая А.Ю., Малинин Н.С. Ленинград: архитектура советского модернизма. 1955–1991. Справочник-путеводитель. Москва: Garage, 2023. 1022 с.

К. Танге, Г. Борисовский, А. Иконников, А. Гутнов и др.). Состав авторских коллективов был нередко интернациональным. Ориентированные на будущее, интеллектуальные поиски включались в реальную архитектурную практику.

В архитектурных решениях торжествовала эстетика чистых геометрических форм, обусловленных технологичностью, функциональностью, конструктивностью. Лидеры этого периода – Ричард Бакминстер Фуллер, Фрей Отто, Кензо Танге, Людвиг Мисс Ван дер Роэ, Ле Корбюзье и др. Получили распространение вантовые конструкции, геодезические купола, а также пропагандируемые Ле Корбюзье приемы постановки зданий на опоры, крыши-террасы, идеи свободного плана.

В Советском Союзе рос объем строительства. Восстанавливались города, разрушенные войной. Строились крупные гидроэлектростанции. Достижения советской науки, прежде всего в атомной и космической областях, имели международное значение. Активно осваивались территории Сибири. В Новосибирске нашли отражение наиболее характерные черты советского социокультурного и экономического развития. Значительно увеличилось население города и его территория, промышленное производство, появились новые вузы, проектные и научно-исследовательские институты, экспериментальные производства. На новый уровень выходит городская культура, торговое обслуживание, служба быта, меняются стандарты потребления и жизни горожан.

В Новосибирске в середине 1950-х гг. основные строительные организации были задействованы в строительстве Академгородка, являющегося прекрасным примером модернизма. Общественные настроения тех лет придали архитектурно-градостроительным решениям гармоничное звучание. Архитектура стала составной частью комплексной среды, где ландшафт, постройки и наполняющие их предметы образуют единое целое. Комплекс общественного центра, научная зона, зона университета с физико-математической школой составляют целостный модернистский ансамбль, где сохраненная природа является главным элементом, объединяющим постройки и искусственные посадки в единое целое [1, 8, 9].

Главное здание общественного центра – Дом ученых. Архитекторы: Л. Лавров, М. Левин, И. Орлов, А. Ротин, Т. Сафонова, Ю. Ушаков, инженеры: В. Панов, Л. Помазова, Е. Усанов, 1962–1968 гг. [3, с. 178] (рис. 1, 2).



Рис. 1. Дом ученых³
Fig. 1. The House of Scientists



Рис. 2. Дом ученых. Вид со стороны парковой зоны. Фото автора
Fig. 2. The House of Scientists. View from the park area. Photo by the author

³ URL: https://pastvu.com/_p/a/9/8/0/9807e7rzmquyufmvoq7.jpg (дата обращения 21.01.2016).

Вдоль ул. Ильича размещаются другие здания общественного центра. Дом культуры «Академия» построен в 1962 г. по типовому проекту. Протяженный торговый центр – 1964 г., архитекторы: А. Образцов, К. Карташева, А. Анисимов, Л. Кононова, И. Милашевская, Э. Озол; инженеры: А. Лурье, М. Конгридзе, Б. Антонов [3, с. 180] (рис. 3). В 1966 г. была построена гостиница «Золотая долина» на 250 мест с рестораном на 70 мест, к которой через переход примыкает здание Дома связи, архитекторы: И. Орлов, Н. Васильев, Г. Сафонова, Ю. Ушаков и др.

Существующий уклон рельефа определил разноуровневые входные зоны для ресторана и крупных магазинов универсального и продовольственного назначения. Полностью разделены транспортное и пешеходное движение.

Основные объемы – цилиндры ресторана и протяженные параллелепипеды с торговлей – имеют ленточное остекление. Они соединены переходами, где размещались предприятия службы быта.

Жилая застройка на более высокой противоположной стороне ул. Ильича является своеобразным фоном для сохраненного ландшафта. Вдоль оси основного пешеходного движения, на разных высотных отметках расположены внутренние дворики. Все вместе обеспечивает пространственную многоплановость и разнообразие впечатлений.

Проводя параллели с зарубежной архитектурой, ближе всего видится центр Тапиолы в Финляндии (архитектор А. Эрви), строительство которого осуществлялось в это же время (рис. 4); студенческий клуб «Диполи» в Отаниemi (архитекторы Р. Пиетиля и Р. Паателайнен, 1960–1966 гг.).



Рис. 3. Торговый центр. МИАС им. С.Н. Баландина⁴
Fig. 3. Shopping center



Рис. 4. Центр восточного района Тапиолы. А. Эрви⁵
Fig. 4. Center of the eastern district Tapiola. A. Ervi

В самом городе новые стилевые направления проявились во второй половине 1960-х – 1970-е гг.

⁴ Иконников А.В. Новая архитектура Финляндии. Москва: Стройиздат, 1972. С. 40.

Постепенно реализовывалась идея диагонального направления, соединяющего вокзальную площадь с пл. Ленина и выходом центра города в Октябрьский район. Отметим, что создание нового центра началось с размещения здесь объекта, имеющего огромное научное, культурное значение – Государственной публичной научной библиотеки (ГПНТБ). Здание построено в 1966 г. по проекту новосибирских архитекторов А.А. Воловика, Г.Н. Бурханова, Е.В. Амосова при консультации московского архитектора Ф.Н. Паценко; инженеры: Н.Б. Лившиц, В.П. Трибушевский, В.П. Галилеев, Г.Р. Грязнов и др. [1, с. 89, 91; 3, с. 184]. Здание замыкает ось ул. Восход, симметричное, простой четкой формы. Главный фасад образован мощными пилонами, витражным остеклением. Парящий козырек по оси симметрии обозначает входную часть с высокой лестницей. В пяти наземных этажах располагаются помещения для читателей, в четырех подземных этажах – книгохранилище. Стистика модернизма продолжается в интерьерных решениях: обилие света и воздуха, легкая, стильная мебель и освещение, подчеркнутость несущей конструкции.

«Четкая функциональность, его ясная плановая структура, простор холлов, коридоров и лестниц создают большие удобства для читателей библиотеки. Несомненно, здание ГПНТБ явилось значительным градоформирующим объектом» [1, с. 90] (рис. 5, 6).



Рис. 5. ГПНТБ. Общий вид [10]
Fig. 5. Scientific Library

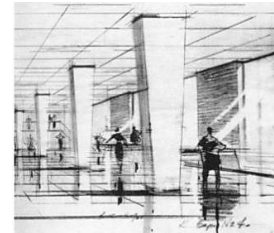


Рис. 6. Интерьер [10]
Fig. 6. Scientific Library interior

Наиболее выразительным модернистским объектом можно назвать новое здание театра юных зрителей (рис. 7).

Проект театра был составлен в 1966 г., строительство завершено в 1984 г., архитекторы: А.А. Сабиров и М.И. Стародубов, инженеры: В. Рождественский, Г. Родиков [1, с. 124; 3, с. 190]. Возможно, архитекторы вдохновлялись архитектурой олимпийского комплекса в Йойоги в Токио (1961–1964 гг., архитекторы: К. Танге, К. Камия, М. Нагасима и др.) (рис. 8), возможно, – романтикой будущего и широкими склонами замытого глубокого оврага, а скорее всего, – всем вместе.

Новый театр стал еще одним объектом реализуемого нового центра. Новой и необычной была форма здания, отсылающая к образу парусного корабля с круглыми окнами-иллюминаторами. Первый этаж имеет сплошное остекление, второй этаж выходит за контур первого, что создает летящий эффект. Главная роль в создании художественного образа отведена несущей конструкции – вантовому покрытию.



Рис. 7. Театр «Глобус» в Новосибирске⁵
Fig.7. The Theatre "Globe" in Novosibirsk

Аналогичная конструктивная система использована в здании Омского музыкального театра, но здания выглядят по-разному – иной градостроительный контекст, иные задачи (рис. 9).



Рис. 8. Олимпийский спортивный комплекс в Йоёги [12]
Fig. 8. Olympic Sports Complex in Yoyogi



Рис. 9. Музыкальный театр в Омске [5, с. 278]
Fig. 9. Music Theatre in Omsk

Пример модернизма – застройка Красного проспекта от путепровода до ул. Кропоткина, по проекту архитекторов А.А. Сабирова и М.И. Стародубова в 1965–1969 гг., удачно вписанная в рельеф [1, с. 87]. Здесь пространство города также сливается с пространством зданий за счет прозрачных витражей, выноса части зданий над первым этажом. Главная улица города на достаточно

⁵ URL: https://ngti.ru/press-center/news/novosti/studenty-ngti-primut-uchastie-v-proekte-teatra-globus-pod-rostok-/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera#photo (дата обращения: 22.01.2026).

большом участке получила единое ансамблевое решение. Жилые здания включены в общее пространство, формируют его, в то же время сохраняют необходимую изолированность благодаря удалению от красной линии проспекта на более высокие отметки рельефа и озеленению. 9-этажные «башни» задают ритмичность, контрастны строчной 5-этажной застройке (рис. 10).



Рис. 10. Красный проспект от путепровода до ул. Кропоткина⁶
Fig. 10. Krasny Prospekt from the overpass to Kropotkin Street

Важным направлением была связь вокзала Новосибирск-Главный с Красным проспектом – центральным рынком и зоопарком и дальнейшим выходом в Дзержинский район. Здесь было построено здание цирка, в конструкции которого также использованы ванты. Цирк как здание нового типа проектировался в московском институте «Гипроттеатр» архитекторами С. Гелфер и Г. Наприенко, конструктором В. Корниловым [1, с. 91, 92; 3, с. 190, 191]. Цилиндрический объем цирка с седловидной крышей перекликается с легкой конструкцией маленького летнего кафе «Лепесток» на пересечении улиц Советской и Гоголя. Три соединенные параболические поверхности образуют оболочку. Огромные витрины с импостами из черного металла объединяли пространство города и павильона.

Со временем в новых социально-экономических условиях обновился и этот павильон. Изменились конструкции светопрозрачного заполнения, появился второй этаж, тамбур при входе, что лучше отвечает сибирскому климату. Темные зеркальные фасады отражают окружение, четко фиксируют границу внутреннего и внешнего пространства. Здание трансформировалось из модернизма в постмодернизм.

⁶ URL: https://pastvu.com/p/695361?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

Яркий пример модернизма представляет комплекс общественных зданий по ул. Богдана Хмельницкого – бассейн «Нептун» с ванной для плавания 25×50 м и вышкой для прыжков в воду (1969 г., авторы: Г.А. Тюленин и Г.П. Барановская), кинотеатр «Космос» (автор А.В. Чернышов), кафе «Отдых» (1967 г., автор А.В. Чернышов, не сохранилось), стадион «Сибирь» (архитекторы: Б.А. Захаров и Э.И. Циплина) [1, с. 127, 128]. Это новые для Новосибирска типы зданий. Бассейн с 10-метровой вышкой для прыжков в воду до сих пор остается самым большим и глубоким в городе. Главный фасад бассейна имеет небольшой наклон от вертикали, сплошное остекление с равномерно выступающими пилонами по всей поверхности. Стадион «Сибирь» с трибунами на 10 тыс. зрителей отнесен вглубь от улицы – такое размещение на пониженных отметках рельефа несколько скрадывает его действительные размеры. Молодежное кафе с двухсветным пространством танцпола дополняло этот спортивный подцентр.

Во всех зданиях хорошо читается несущая конструкция, велика площадь остекленных поверхностей, они лаконичны, лишены нарочитой декоративности. Эта часть города получила хорошее благоустройство. Были сохранены крупномерные сосны, осуществлены посадки рябины, черемухи.

В советском модернизме исследователи выделяют ряд направлений: неофункционализм, формализм, конструктивизм, необрутализм, футуризм, метаболизм и т. д. [4, 10]. При всем многообразии модернистских зданий и комплексов автор не видит необходимости обозначать дополнительные самостоятельные стилевые направления, признавая вместе с тем неоднородность модернизма в Новосибирске. Смена тональности архитектурных решений видна во второй половине 1970-х – 1980-е гг. Отметим, что в это время изменились общественные настроения, общая социально-экономическая, культурная ситуация – изменилась картина мира, что отразилось в архитектурных решениях.

В 70-е гг. XX в. меняются ценности общества – как западного, так и советского. Большой объем нового строительства с тиражируемыми приемами привел к монотонности застройки. Техника стала оцениваться не только как средство переустройства жизни, но и как источник загрязнения окружающей среды. Осознаются ценности традиции и привычного уклада. Активно обсуждается проблема сохранения архитектурного наследия. Меняется отношение ко времени и к пространству. Объектом архитектурного осмысления становится городская среда.

Поиск новых форм и методов работы приводит к появлению новых тенденций. Силевые изменения осуществляются постепенно, силами профессии. В архитектуре это проявляется сокращением площади остекления, большей «материализацией» зданий, «брутальностью», появлением декоративных деталей, разработкой плоскости стены в объемную сторону, пластичностью.

Эти тенденции заметны в архитектуре административных управленческих зданий разного уровня. В 1973 г. в верхней зоне новосибирского Академгородка строится здание администрации Советского района. Проект выполнен в ГИПРОНИИ, архитекторы: Е.В. Амосов, А.И. Носов, А.А. Кондратьев. Здание с большим мастерством вписано в общий ландшафт. Часть здания поставлена на опоры – это прием нашел широкое распространение и применялся уже в постмодернистской архитектуре Новосибирска. Образован уютный внутрен-

ний двор. В то же время несколько уменьшена, по сравнению с ранее построенными зданиями, поверхность остекления, часть стены из красного лицевого кирпича разделена строгим вертикальным рустом, использованы бетонные панели с объемным вертикальным членением. Стилистически это здание можно отнести к более позднему этапу модернизма.

Одна из знаковых построек начала 1980-х гг. – комплекс обкома КПСС (сегодня – Законодательное собрание) на ул. Кирова, архитекторы: М.М. Пиров, В.Н. Зонов, Б.А. Захаров, В. Красовицкий и др. [2, 11]. Этот комплекс продолжает движение центра города в Октябрьский район, заложенное в градостроительной документации, размещен в пойме Каменки, замытой овражной территории, со сносом индивидуальных жилых домов. Большой перепад рельефа – разница в отметках нижней и верхней террасы составляла 17,62 м – повлиял на архитектурно-планировочное решение.

Комплекс состоит из нескольких объемов. Главный трехчастный объем занимают административные помещения. Основная часть подчеркивается более низкими разновысотными блоками: общественным (его составляет вестибюльная группа помещений, обеденный зал с кухней, а также большая группа технических помещений), гаражом на 100 машино-мест и конференц-залом, состоящим из залов заседаний на 570 и 120 мест, собственных вестибюльных помещений, кафе и буфета. Въезд в гараж и на открытую парковку разделен с главным входом. Открытые широкие террасы речной долины переключаются с разновысотными протяженными объемами здания. Благоустройство комплекса переходит в парковую зону. На главном фасаде равномерная объемная решетка окон контрастирует с глухим обрамлением. Асимметричный вход с высоким крыльцом выделен массивным порталом. Сложная объемно-пространственная композиция по-разному выглядит с разных видовых точек (рис. 11).

В настоящее время доминирующая роль этого объекта снижена, затерта появлением большого количества высотных зданий на прилегающей территории.

Возвращение декоративности, внимательная работа с деталями видна в здании гостиницы «Октябрьская» (общежитие РАНХиГС) на пересечении Красного проспекта с ул. Ядринцевской, построенной также в начале 80-х гг. XX в. (Новосибгражданпроект, архитекторы: А. Скоробогатько, В. Твердохлебов, А. Воловик, В. Шатилов, инженер Ю. Пушкарев) [2, с. 109] (рис. 12). Благодаря крупному круглому окну на завершающем объеме здание получило «народное» имя – Циклоп. Выступающие пилоны по южной и северной фасадным плоскостям подчеркивают стройность высотного здания. Здание кирпичное, с облицовкой бетонной плиткой розового цвета. Здесь симметричное решение высотного главного объема подчеркнута рядом активных лоджий с удачно найденным рисунком ограждений белого цвета. Окна подчеркнуты бетонным обрамлением такого же цвета. Эти элементы придают глубину, объемность фасаду.

Большой объем строительства в середине 50-х – конце 80-х гг. XX в. в Новосибирске обусловил также большое количество интересных, гармоничных объектов и комплексов. Много было уникальных объектов. Два крупных вуза – Новосибирский электротехнический институт и Новосибирский институт советской кооперативной торговли – сформировали проспект Маркса в левобережье.



Рис. 11. Комплекс обкома КПСС⁷
Fig. 11. The complex of the Regional Committee of the CPSU



Рис. 12. Гостиница «Октябрьская»⁸
Fig. 12. "Oktyabrskaya" Hotel

На проспекте Дзержинского был построен Дом культуры им. Чкалова, позже административный объект – Дом Советов. Использование типовых решений общественных зданий не было механистичным, здания органично составили основу планировочных подцентров крупнейшего сибирского города: Дом культуры Железнодорожников по ул. Челюскинцев, Дом культуры Строителей, кинотеатры – «Аврора», «им. Маяковского», «Горизонт». Появились крупные магазины самообслуживания (ЦУМ, универсам, ГУМ и др.). На Красном проспекте, главной улице города, построен Дом быта. Эти здания имели градоформирующее значение, развивали центральные функции, закладывали основу для формирования композиции города.

Выводы

Модернизм Новосибирска развивался практически синхронно с мировым и достаточно четко делится на два этапа, отвечающих социокультурным изменениям.

1. Середина 1950-х – начало 1970-х гг. В социуме относительная однородность, предпочтение будущего времени и единого, всепроникающего пространства, наука и техника рассматриваются как средства переустройства жизни. В стилевых решениях: выявленность несущей конструкции, ее художественное осмысление; крупные геометрические объемы, композиция имеет глубину, детали функционально обусловлены, большая роль отводится входной части – используются активные козырьки. Применяется большая плоскость остекления, иногда – сплошная.

2. Начало 1970-х – конец 1980-х гг. В социуме происходит осознание неравенства, предпочтение хорошо известного, традиционного; уважение, интерес к прошлому, четкое разграничение пространства и отношение к технике как

⁷ URL: https://m.vn.ru/news-byudzhzet-novosibirskoy-oblasti-2018-utverzhden-/amp/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 22.01.2026).

⁸ URL: <https://m.ok.ru/53546228973675/topic/66556741743979> (дата обращения: 11.01.2026).

к источнику загрязнения окружающей среды. В стилиевых решениях: артикуляция границ, повышение материальности; декорирование, использование декоративных деталей, разработка плоскости фасада, его объемность.

К концу 1980-х гг. постепенно нарастает декорирование, стилиевые решения плавно переходят к постмодернизму.

Архитектурно-пространственная среда отражает наиболее существенные проявления социально-экономических отношений, культуры и мировоззрения общества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Баландин, С.Н.* Новосибирск. История градостроительства 1945–1985 гг. Новосибирск : Новосибирское книжное изд-во, 1986. 160 с.
2. *Колпакова, М., Туманик, Г.* Новосибирск: город в 2000 году. Новосибирск : Новосибирское книжное изд-во, 1989. 111 с.
3. *Невзгодин, И.В.* Архитектура Новосибирска. Новосибирск : Изд-во Сибирского отделения Российской академии наук, 2005. 204 с. Фонд музея истории архитектуры Сибири им. С.Н. Баландина.
4. *Орельская, О.В.* Сравнительный анализ стилиевых характеристик зарубежной, российской и нижегородской архитектуры 1960–1980-х годов // Приволжский научный журнал. 2011. № 4 (20). С. 129–136. EDN: OOVRSF
5. *Смирнов, Д.* Лучезарный Омск. Екатеринбург : Татлин, 2024. 336 с.
6. *Кисельникова, Д.Ю., Филиппов, В.Н.* Проявление эстетики советского модернизма в архитектуре Новосибирска конца XX века // Баландинские чтения, 2019. Т. XIV. С. 489–495. DOI: 10.24411/9999-001A-2019-10120. EDN: ZXOAGR
7. *Кисельникова, Д.Ю.* Постсоветская жилая архитектура Новосибирска. Трансформация ценностей и стилей. Екатеринбург : TATLIN, 2025. 192 с.
8. *Свешикова, О.Б.* Об архитектуре общественного центра Новосибирского Академгородка // Октябрь 1917 в истории архитектуры и изобразительного искусства Сибири : избранные тезисы Всероссийской научной конференции, приуроченной к столетию Октябрьской революции 1917 года. Новосибирск : Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, 2017. С. 151. EDN: ZXMTOV
9. *Свешикова, О.Б.* Природный ландшафт как главный элемент градостроительной композиции Новосибирского Академгородка // Проблемы развития региональных архитектурных школ : материалы научно-практической конференции. Новосибирск : РИП «Хайвей», 2004. С. 31, 32.
10. *Ефимов, Д.Д., Фархутдинова, И.А.* Истоки и направления советского модернизма // Известия КГАСУ. 2018. № 1 (43). С. 28–40. EDN: XNGIYN
11. *Комплекс Обкома КПСС*, проектные материалы музея истории архитектуры Сибири им. С.Н. Баландина.
12. *Свешикова, О.Б.* Архитектурно-градостроительная культура Новосибирска середины 50-х – конца 80-х годов XX века : специальность 18.00.01 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Новосибирск, 2007. 27 с. EDN: QDXOQH

REFERENCES

1. *Balandin, S.N.* Novosibirsk. The History of Urban Planning 1945–1985. Novosibirsk, 1986. 160 p. (In Russian)
2. *Kolpakova, M., Tumanik, G.* Novosibirsk: The City in 2000. Novosibirsk, 1989. 111 p. (In Russian)
3. *Nevzgodin, I.V.* Architecture of Novosibirsk. Novosibirsk, 2005. 204 p. (In Russian)
4. *Orelskaya, O.V.* Comparative Analysis of Stylistic Characteristics of Russian, Foreign and Nizhny Novgorod Architecture of the 1960s and 1980s. *Privolzhsky Nauchny Zhurnal*. 2011; 4(20): 129–136. (In Russian)

5. *Kiselnikova, D.Yu., Filippov, V.N.* Manifestation of Soviet Modernism Aesthetics in the Architecture of Novosibirsk at the End of the 20th Century. In: *Coll. Papers in memory of S.N. Balandin 'Balandin Readings'*, vol. 14. 2019. Pp. 489–495. (In Russian)
6. *Smirnov, D.* Radiant Omsk. Yekaterinburg: Tatlin, 2024. 336 p. (In Russian)
7. *Kiselnikova, D.Yu.* Post-Soviet Residential Architecture in Novosibirsk. Transformation of Values and Styles. Yekaterinburg: Tatlin, 2025. 192 p. (In Russian)
8. *Sveshnikova, O.B.* Public Center Architecture of Akademgorodok in Novosibirsk. In: *Selected Papers All-Russ. Sci. Conf. 'October 1917 in the History of Architecture and Fine Arts in Siberia'*. Novosibirsk. 2017. P. 151. (In Russian)
9. *Sveshnikova, O.B.* Natural Landscape as the Main Element of Urban Planning in Novosibirsk Akademgorodok. In: *Proc. Sci. Conf. 'Problems of Development of Regional Architectural Schools'*. Novosibirsk: Khaivei, 2004. Pp. 31–32. (In Russian)
10. *Efimov, D.D., Farhutdinova, I.A.* Origins and Directions of Soviet Modernism. *Izvestiya KGASU*. 2018; 1(43): 28–40. (In Russian)
11. CPSU Complex. Project materials of Balandin Museum of the History of Architecture of Siberia. (In Russian)
12. *Sveshnikova, O.B.* Architectural and Urban Planning Culture of Novosibirsk in the Mid-1950s and Late 1980s. PhD Abstract. Novosibirsk, 2007. (In Russian)

Сведения об авторе

Свешникова Ольга Борисовна, канд. архитектуры, доцент, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, 6300099, г. Новосибирск, Красный пр., 38, obsveshnikova@nsuada.ru

Author Details

Ol'ga B. Sveshnikova, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, obsveshnikova@nsuada.ru

Статья поступила в редакцию 18.02.2026
Одобрена после рецензирования 02.04.2026
Принята к публикации 02.04.2026

Submitted for publication 18.02.2026
Approved after review 02.04.2026
Accepted for publication 02.04.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 190–211.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 190–211.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 726.03

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-190-211>

EDN: GPGVKA

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К БЛАГОУСТРОЙСТВУ ТЕРРИТОРИИ ПРАВОСЛАВНОГО ХРАМОВОГО АНСАМБЛЯ НА ПРИМЕРЕ КОМПЛЕКСА ТРОИЦКОЙ ЦЕРКВИ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

**Ксения Алексеевна Пестрикова, Татьяна Вячеславовна Сафронова,
Лариса Степановна Романова**

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. В настоящее время потребности церкви возрастают, появляется необходимость в размещении новых функций, что ведет к возведению диссонирующих объемов на территории исторических православных храмовых комплексов. Вносятся значительные изменения в структуру их пространственной организации, которые искажают эмоциональное восприятие как самой культовой доминанты, так и окружающей застройки.

Актуальность исследования заключается в необходимости сохранения не только отдельных объектов церковного ансамбля, но и комплексного подхода к зонированию и благоустройству территории, реставрации исторических зданий и рациональному подбору функции. Это необходимо для поддержания целостного восприятия культового сооружения, сохранения исторической достоверности всего комплекса в целом и его окружающей застройки.

Цель работы – сохранение пространственной организации территории памятника регионального значения, Троицкой церкви в г. Томске, при появлении новых функций, необходимых для деятельности храма.

В основу проектирования легли принципы сакральной концепции Небесного Града Иерусалима, современные нормативные документы по православному храмовому строительству и анализ первых монастырских православных комплексов.

Теоретическая значимость исследования состоит в решении проблемы и возможности использования результатов исследования при работе с аналогичными объектами. **Практическая значимость** работы заключается в использовании разработанных проектов при проведении предпроектных исследований и проектных работ на территории комплекса Троицкой церкви, других православных храмовых комплексов и в учебном процессе по направлению подготовки 07.03.02 «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия».

Результаты проведенного исследования и разработка проектных решений по благоустройству территории Троицкой церкви в г. Томске, реставрации и приспособлению здания воскресной школы показали, что для сохранения целостности и культурной ценности православного храмового ансамбля необходим комплексный подход.

Ключевые слова: историческая территория, пространственная организация, функциональное зонирование, ансамбль, нейтрализация, снос дисгармоничных объектов, возведение новых объектов, воскресная школа, реставрация, приспособление

Для цитирования: Пестрикова, К.А., Сафронова, Т.В., Романова, Л.С. Комплексный подход к благоустройству территории православного храмового ансамбля на примере комплекса Троицкой церкви в городе Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 190–211. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-190-211>. EDN: GPGVKA

ORIGINAL ARTICLE

COMPREHENSIVE APPROACH TO URBAN LANDSCAPING OF ORTHODOX CHURCH ENSEMBLE OF THE TRINITY CHURCH IN TOMSK

Ksenia A. Pestrikova, Tatyana V. Safronova, Larisa S. Romanova

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Abstract. Currently, the needs of the church are growing, creating a need for new functions, which leads to the construction of structures that clash with the surroundings within historic Orthodox church complexes. Significant changes are being made to the spatial layout of these complexes, distorting the emotional perception of both the church and surrounding buildings. It is necessary to preserve not only individual elements of a church ensemble, but also to use a comprehensive approach to zoning and urban landscaping, restoration of historic buildings, and rational selection of functions. This is essential for maintaining the integral perception of the religious structure, preserving the historical authenticity of the church complex, and ensuring the harmonious relationship with its surrounding development.

Purpose: The aim of the work is to preserve the spatial layout of the site of the Troitskaya Church in Tomsk, a monument of regional significance, while incorporating new functions necessary for its operation.

The design is based on the principles of the sacred concept of the Heavenly City of Jerusalem, contemporary regulatory documents on Orthodox church construction, and an analysis of early Orthodox monastic complexes.

Research findings: Research results and design solutions of the urban landscaping the Trinity Church in Tomsk as well as its restoration and adaptation of the Sunday school building, shows that a comprehensive approach is necessary to preserve the integrity and cultural value of the Orthodox church complex.

Practical implications: The developed proposals can be used in pre-design research and the territory design of the Trinity Church complex and other Orthodox church ensembles, as well as in the educational process concerning the reconstruction and restoration of the architectural heritage.

Value: Research findings can be used in solving the problem when working with similar objects.

Keywords: historic territory, spatial organization, functional zoning, ensemble, neutralization, demolition of non-compliant structures, new building construction, Sunday school, restoration, adaptive reuse

For citation: Pestrikova, K.A., Safronova, T.V., Romanova, L.S. Comprehensive Approach to Urban Landscaping of Orthodox Church Ensemble of the Trinity Church in Tomsk. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 190–211. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-190-211>. EDN: GPGVKA

Введение

В настоящее время особенно остро ощущается потребность в сохранении исторической застройки. Утрата ценных исторических зданий ведет к потере

уникальности и самобытности городов, что непосредственно оказывает влияние на воспитание будущих поколений и их отношение к многогранной истории своего отечества, проявленной в архитектуре.

Последствия фрагментарного подхода к работе с исторической территорией, при котором внимание уделяется либо отдельным зданиям, либо всей территории в целом, проявляются в визуальном дисбалансе и возникновении зон, не приспособленных для полноценного использования. Комплексный подход, напротив, играет ключевую роль в сохранении культурного контекста исторической территории, в ее развитии, целостном восприятии пространства.

Основной целью работы является демонстрация комплексного подхода к развитию исторической территории храмового комплекса Троицкой церкви в г. Томске – памятника архитектуры регионального значения, на примере выпускной квалификационной работы бакалавров кафедры реставрации и реконструкции архитектурного наследия (РиРАН) Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)¹ [1, 5, 7, 10]. Примером реставрации и приспособления существующего на территории исторического объекта является деревянное здание действующей воскресной школы.

В статье представлено обобщение проектного опыта, использован метод комплексного подхода в работе с православным храмовым комплексом, показана взаимосвязь решений по благоустройству территории и приспособлению здания, сформулированы принципы работы с церковным ансамблем и объектами разного масштаба в его составе. В основу проектирования легли принципы сакральной концепции Небесного Града Иерусалима, современные нормативные документы по православному храмовому строительству и анализ первых монастырских православных комплексов.

Теоретическая значимость работы состоит в решении проблемы и возможности использования результатов исследования при работе с аналогичными объектами.

Практическая значимость работы заключается в использовании разработанных проектов при проведении предпроектных исследований и проектных работ на территории комплекса Троицкой церкви, других православных храмовых комплексов и в учебном процессе (программа высшего образования) по направлению «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия».

Натурное обследование территории комплекса Троицкой церкви

Исследуемая территория комплекса Троицкой церкви расположена в Томске по адресу: ул. Октябрьская, 43. Построенная в 1844 г. и являющаяся одной из доминант исторического района Воскресенская гора в г. Томске Троицкая церковь представляет собой трехпрестольную одноэтажную каменную оштукатуренную церковь с куполом на барабане и шатровым завершением колокольни, кровля которых выполнена в синем цвете.

¹ Бакалавры: Пестрикова Ксения Алексеевна, Сафронова Татьяна Вячеславовна. Руководитель: Романова Лариса Степановна (кандидат архитектуры, доцент, советник РААСН, член ТРО СА России, заведующая кафедрой РиРАН ТГАСУ). Консультант: Колокольцева Евгения Николаевна (старший преподаватель кафедры РиРАН ТГАСУ).

Согласно проекту зон охраны объектов культурного наследия г. Томска, разработанному в 2012 г.², Троицкая церковь является объектом культурного наследия регионального значения и имеет утвержденные границы ОКН, на остальную часть храмового комплекса распространяются режимы, действующие в охранной зоне ОЗР 2-1 [11]. В этой зоне находится застройка, представляющая историко-культурную ценность, где запрещено новое строительство, если оно не направлено на сохранение или восстановление историко-градостроительной среды объекта культурного наследия. Важно отметить, что до 2012 г. действовал проект зон охраны памятников истории и культуры г. Томска 1982 г.³, согласно которому территория комплекса Троицкой церкви располагалась в центральном историко-культурном заповедном районе и в охранной зоне памятников, где было запрещено новое строительство. Несмотря на требования по соблюдению режимов в этих охранных зонах на действующий период, было возведено несколько диссонирующих зданий на территории Троицкой церкви, которые оказали негативное влияние не только на восприятие доминанты – объекта культурного наследия, но и на окружающую застройку исторического района города.

В ходе натурного обследования комплекса Троицкой церкви, произведенного в период июнь – ноябрь 2024 г., было зафиксировано состояние исследуемой территории и выполнен опорный план (рис. 1).

Общая площадь территории исследуемого храмового комплекса составляет 0,925 га и разделена на две части: храмовую ($S = 0,648$ га) и воскресной школы, включающую дворовое пространство ($S = 0,277$ га).

В *храмовой части* расположены следующие постройки:

- одноэтажная каменная Троицкая церковь;
- двухэтажный деревянный дом причта (1953 г. постройки);
- диссонирующие объекты:
- одноэтажная будка охраны, выполненная из бетонных плит,
- одноэтажные здания – каменное складское и деревянное служебное (1975 г. постройки);
- кирпичное неоштукатуренное здание церковной лавки и крестильного зала с переменной этажностью 2–3 этажа (1985 г. постройки);
- одноэтажная кирпичная неоштукатуренная постройка, размещающая функции служебного гаража и трапезной (1988 г. постройки) (рис. 2).

У главного входа на территорию разбит сад, в котором находится открытая иордань, установлен памятник купцу Е.И. Королеву, организована парковочная зона для ритуального транспорта перед алтарной частью храма. У дома причта разбит огороженный сад и огород, где установлена небольшая часовня.

На территории воскресной школы церковного комплекса находятся следующие постройки:

- двухэтажное деревянное обшитое здание, выполняющее функции воскресной школы, реабилитационного центра и швейной мастерской (1881 г. постройки);

² Проект зон охраны объектов культурного наследия г. Томска. Томск: ОАО СИ «Сибспецпроект-реставрация», 2012. 44 с.

³ Проект зон охраны памятников истории и культуры г. Томска. Москва: Институт «Спецпроект-реставрация», 1982 г.

- диссонирующие объекты:
 - одноэтажные кирпичные и проволочные вольеры для домашних животных;
 - одноэтажная кирпичная оштукатуренная баня;
 - двухэтажное облицованное техническое здание из сибита, к которому примыкает двухэтажный кирпичный полуразрушенный объем;
 - четыре металлических служебных гаража (рис. 3).



Условные обозначения

– граница исследуемой территории	– дорожное покрытие (асфальт)
– граница территории объекта культурного наследия	– пешеходное покрытие (асфальт)
– строительный мусор	– стихийно выросшая трава
– металлическое ограждение с каменными столбами на каменном основании	– газон
– металлическое ограждение с металлическими столбами на бетонном основании	– уплотненный грунт
– деревянное ограждение	– песок
– ограждение из металлических листов	– тротуарная плитка
– ограждение из металлической сетки	– бетонное основание
– дерево	– канализационный люк
– кустарник	– уличное освещение
– парковка	– место захоронения
– мусорный бак	

Экспликация

① – Троицкая церковь	⑨ – часовня	⑯ – теплица, загон с козами
② – памятник купцу Е.И. Королеву	⑩ – погреб	⑰ – вольер с петухами и кроликами
③ – будка охраны	⑪ – склад	⑱ – баня
④ – доска объявлений	⑫ – служебное здание	⑲ – полуразрушенное здание с гаражом
⑤ – иордань	⑬ – воскресная школа, реабилитационный центр, швейная мастерская	⑳ – техническое здание
⑥ – трапезная, служебные гаражи	⑭ – детская площадка	㉑ – вольер
⑦ – церковная лавка, крестильный зал	⑮ – оранжерея	㉒ – гараж
⑧ – церковный дом причта		

Рис. 1. Опорный план территории комплекса Троицкой церкви в г. Томске на ул. Октябрьской, 43, по состоянию на июнь 2024 г. Выполнила К.А. Пестрикова [1]

Fig. 1. Master Plan of the Troitskaya Church Complex in Tomsk at 43, Oktyabrskaya Str. in June 2024. Prepared by K.A. Pestrikova



Рис. 2. Современные диссонирующие объекты на территории комплекса Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 43, в г. Томске. Фото К.А. Пестриковой, июнь 2024 г.: а – восточный фасад здания церковной лавки/крестильного зала; б – северный фасад здания трапезной и служебных гаражей

Fig. 2. Contemporary structures that clash with the surroundings of the Trinity Church complex at 43, Oktyabrskaya Str. in Tomsk. Photo by K.A. Pestrikova, June 2024: a – eastern facade of the shop/baptismal hall; b – northern facade of the refectory and service garages



Рис. 3. Фото дворовой территории с видом на вольеры для домашних животных, баню и техническое здание, расположенные на территории комплекса Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 43, в г. Томске. Фото К.А. Пестриковой, июнь 2024 г.

Fig. 3. A courtyard area overlooking the animal enclosures, a bathhouse, and a utility building located on the grounds of the Troitskaya Church complex at 43, Oktyabrskaya Str. in Tomsk. Photograph by K.A. Pestrikova, June 2024

Напротив здания воскресной школы оборудована детская площадка, дворовая территория захламлена строительным мусором.

В ходе натурального обследования было выявлено техническое состояние покрытий территории церковного комплекса. В храмовой части преобладает асфальтовое покрытие с разными видами деформаций и разрушениями, есть

небольшие участки с тротуарной плиткой. В части воскресной школы функцию покрытия детской площадки выполняет песок, вся остальная территория покрыта стихийно выросшей травой или уплотненным грунтом. Осуществлена работа по маркировке всех типов ограждений на территории комплекса Троицкой церкви, выявлены и зафиксированы их аварийные участки [1].

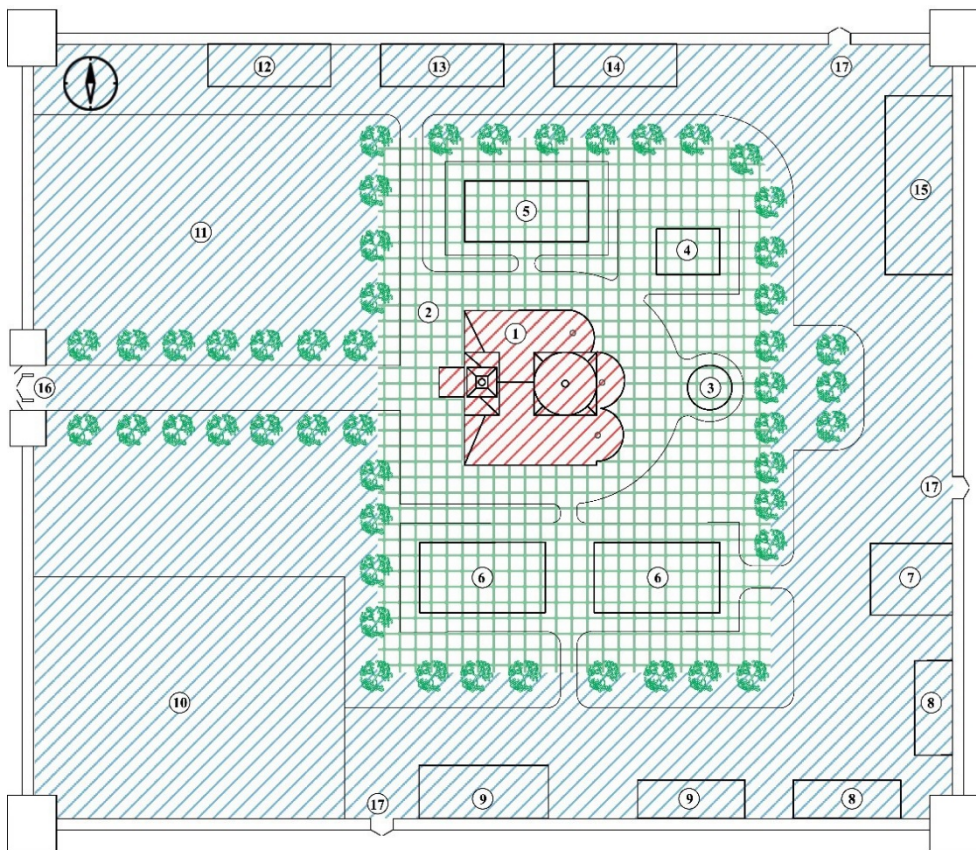
Предпроектные исследования по благоустройству территории комплекса Троицкой церкви

Для организации благоустройства территории при православной церкви необходимо не только изучить нормативную документацию по данной теме, но и углубиться в смысл принципов зонирования территории. Таким образом, в процессе предпроектных исследований было выявлено, что структура зонирования территории православных монастырских и храмовых комплексов продиктована не только утилитарными соображениями, но и символизмом Священного Писания [2]. Такой подход формировал особую организацию расположения построек внутри исследуемых комплексов. Она основана на символическом отражении прообраза Небесного Града Иерусалима, где церковь вознесена на гору (возвышенность) и имеет островное местоположение. Согласно Откровению Иоанна Богослова, конфигурация Небесного Иерусалима повторяет в плане форму квадрата, ориентированного по сторонам света, с входом на западной стороне и алтарной частью на востоке [3]. Церковь выступает ядром ансамбля, окруженная вспомогательными постройками, которые находятся в «чистой» либо «грязной» зоне, в зависимости от их функционального назначения. Вблизи храма, в «чистой» зоне, находятся трапезные, колокольни, часовни и прочие здания, предназначенные исключительно для религиозной жизни и молитвенных практик. Вдоль ограды территории, символизирующей защиту внутренней духовной жизни от внешнего мира, находится «грязная» зона, где расположены хозяйственные постройки, бани, конюшни и другие подобные здания (рис. 4).

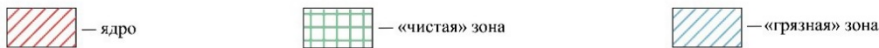
Нормативные документы конца XX – начала XXI в., такие как МДС 31-9.2003 «Православные храмы и комплексы»⁴, определяют требования к содержанию генерального плана для православных храмов. Согласно приведенному документу, территория церкви поделена на четыре функциональные зоны: входную, храмовую, вспомогательную и хозяйственную. *Входная зона* включает стоянку автотранспорта, главные входные ворота на территорию церкви, места отдыха и церковную торговую инфраструктуру. *Храмовая зона* предусматривает пространство вокруг церкви, необходимое для совершения крестных ходов. *Вспомогательная зона* включает дом причта, озелененные участки и санитарные помещения. В *хозяйственной зоне* оборудован технический блок зданий, гаражи, мусоросборники и т. д.

При сопоставлении принципов зонирования территории монастырских комплексов, ориентированных на прообраз Небесного Иерусалима, с современными строительными нормами наблюдается совпадение в подходах к разделению «чистой» и «грязной» зон, содержание которых аналогично.

⁴ МДС 31-9.2003. Православные храмы и комплексы. Том 2. Пособие по проектированию и строительству (К СП 31-103 99). Москва: ГУП ЦПП, 2003. 262 с.



Условные обозначения



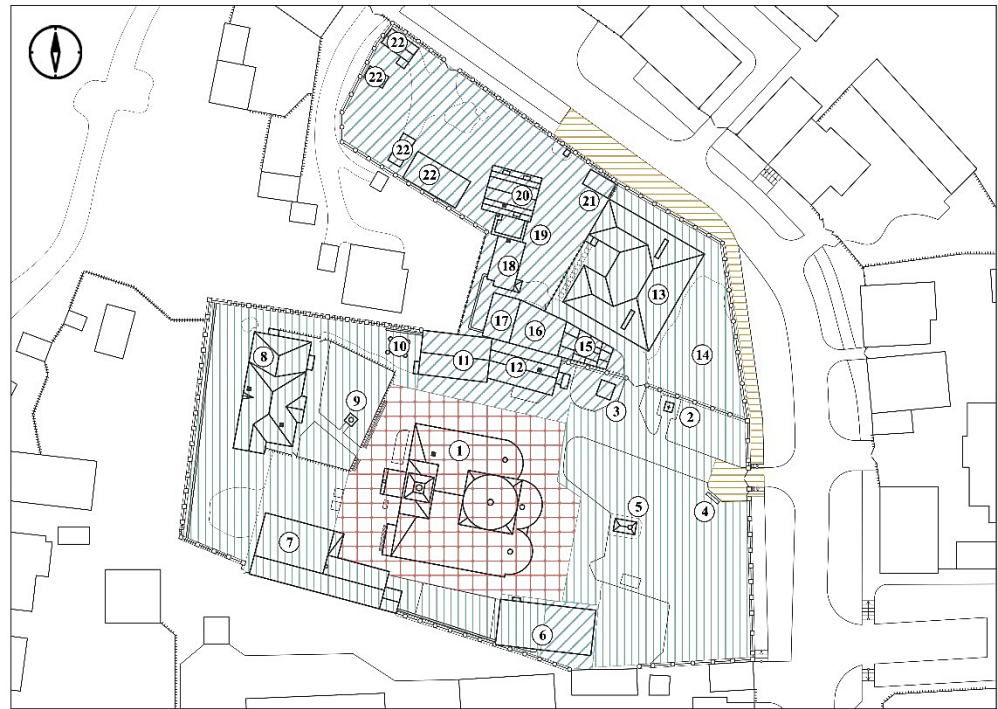
Экспликация

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① — церковь | ⑦ — баня | ⑬ — швейная мастерская |
| ② — круговой обход | ⑧ — вольеры | ⑭ — пекарня |
| ③ — нора | ⑨ — хозяйственное здание | ⑮ — конюшня |
| ④ — часовня | ⑩ — огород | ⑯ — главные ворота |
| ⑤ — настоятельский корпус | ⑪ — роца | ⑰ — хозяйственные ворота |
| ⑥ — келейный корпус | ⑫ — свечная мастерская | |

Рис. 4. Схема структуры зонирования православного монастырского комплекса на основе Небесного Иерусалима. Выполнила К.А. Пестрикова [4]

Fig. 4. A diagram of the zoning structure of the Orthodox monastic complex based on the Heavenly Jerusalem [4]. Prepared by K.A. Pestrikova

Главной проблемой в пространственной организации комплекса Троицкой церкви является смешение зданий, расположенных не в своих функциональных зонах, перемещение зданий из «грязной» в «чистую» зону (рис. 5). Сложившаяся ситуация негативно повлияла на восприятие храма и его окружение, не только исказив сакральные принципы устройства православных церковных ансамблей, но и нарушив современные требования градостроительных документов [4].



Условные обозначения



Экспликация

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ① – Троицкая церковь | ⑨ – часовня | ⑯ – теплица / загон с козами |
| ② – памятник кушцу Е.И. Королеву | ⑩ – цогреб | ⑰ – вольер с щегухами и кроликами |
| ③ – будка охраны | ⑪ – склад | ⑱ – баня |
| ④ – доска объявлений | ⑫ – служебное здание | ⑲ – полуразрушенное здание с гаражом |
| ⑤ – иордань | ⑬ – воскресная школа / реабилитационный центр / швейная мастерская | ⑳ – техническое здание |
| ⑥ – трапезная / служебные гаражи | ⑭ – детская площадка | ㉑ – вольер |
| ⑦ – церковная лавка / крестильный зал | ⑮ – оранжерея | ㉒ – гараж |
| ⑧ – церковный дом причта | | |

Рис. 5. Схема функционального зонирования территории комплекса Троицкой церкви в г. Томске на ул. Октябрьской, 43, по состоянию на июль 2024 г. Выполнила К.А. Пестрикова [1, 4]

Fig. 5. Functional zoning plan for the grounds of the Troitskaya Church complex in Tomsk at 43, Oktyabrskaya Str. in July 2024 [1, 4]. Prepared by K.A. Pestrikova

В ходе предпроектных исследований были выполнены схемы ландшафтного анализа, таксации, ретроспективный анализ исследуемой территории, историко-культурный опорный план, обмерные чертежи ограждений и плиточных покрытий и другие исследования [1]. Такое глубокое и разностороннее изучение проблем позволило грамотно и детально проработать будущий проект благоустройства территории комплекса Троицкой церкви.

Проект благоустройства территории комплекса Троицкой церкви

В проекте благоустройства территории комплекса Троицкой церкви предлагается выполнить *функциональное зонирование территории* согласно концепции прообраза Небесного Иерусалима и рекомендациям, изложенным во 2-м томе МДС 31-9.2003 «Православные храмы и комплексы». Это позволит обеспечить гармоничную структуру пространства, включающую входную, храмовую, вспомогательную и хозяйственную зоны, посредством реализации ряда следующих мероприятий: *снос* диссонирующих построек, выявленных в ходе натурного обследования храмового комплекса; *возведение новых капитальных объектов*, расположенных согласно своей функциональной зоне, с необходимой для церкви функцией, согласованной с настоятелем Троицкой церкви – протоиереем Святославом Зулиным.

Новыми объектами выступают:

- деревянное двухэтажное здание для реабилитационного центра и швейной мастерской (для вывода этих функций из здания воскресной школы);
- деревянное одноэтажное хозяйственное здание;
- одноэтажные кирпичные гаражи;
- одноэтажное кирпичное здание трапезной;
- одноэтажная кирпичная часовня по проекту Н.А. Лисовской;
- кирпичная иордань (рис. 6).

Для всех зданий, кроме часовни, выполнены чертежи фасадов, поэтажные планы для отдельных построек по существующим обоснованным аналогам, подобрано цветовое решение, поддерживающее не только облик комплекса Троицкой церкви, но и исторического района, внутри которого он расположен.

В целях сохранения *визуального восприятия* объекта культурного наследия регионального значения, Троицкой церкви, предлагается выполнить ряд реконструктивных мероприятий. К ним относятся: *нейтрализация* здания церковной лавки / крестильного зала путем оштукатуривания и создания колористического решения; *реставрация* здания воскресной школы и сохранившегося исторического ограждения; *снос* существующего диссонирующего ограждения и воссоздание исторических деревянных ворот и ограждения по аналогу для здания воскресной школы; *демонтаж* существующих типов покрытия территории и *устройство* нового из уплотненного грунта, обеспечивающего удобство эксплуатации и поддержание исторической среды, *устройство* безопасного прорезиненного покрытия на детской площадке; *санация* диссонирующего озеленения и *высадка* новых пород деревьев и кустарников [5].

Проектом также были предусмотрены работы по инженерному благоустройству с учетом решения существующих проблем на исследуемой территории. Эти работы включают предложения по *устройству* вертикальной планировки территории храмового комплекса, *организации* наружных инженерных сетей с учетом ввода в эксплуатацию новых капитальных строений, *воссозданию* исторического ограждения и *составу* покрытий. С учетом особенностей сложного рельефа исторического района Томска, на котором расположен комплекс Троицкой церкви, *даны рекомендации* по контролю технического состояния склона и *рассмотрен вариант* установки реперов [5].



Условные обозначения

граница территории комплекса Троицкой церкви	дорожное покрытие (асфальт)
историческое кованое ограждение с каменными столбами на каменном основании	пешеходное покрытие (асфальт)
воссозданное деревянное ограждение	уплотненный грунт
существующее деревянное ограждение	уплотненный грунт с добавлением кирпичной крошки
существующее металлическое ограждение с металлическими столбами на бетонном основании	прорезиненное покрытие с добавлением красящего пигмента
существующее дерево	бетонное основание
новый кустарник	озеленение
существующий кустарник	новое дерево
место захоронения	уличное освещение
парковочная зона	дренажный колодец
	канализационный колодец

Экспликация

Входная зона	⑦ – дренажный колодец	⑰ – воскресная школа
① – главные ворота	⑧ – МАФ часовня	⑱ – детская площадка
② – памятник купцу Е.И. Королеву	⑨ – дом причта	Хозяйственная зона
③ – информационные стенды	⑩ – огород	⑲ – ворота хоз-ной зоны
Храмовая зона	⑪ – крещальня, бухгалтерия, туалеты для прихожан	⑳ – хозяйственное здание
④ – Троицкая церковь	⑫ – часовня, церковная лавка	㉑ – реабилитационный центр, швейная мастерская
⑤ – круговой обход	⑬ – иордань	㉒ – стойка для кур
⑥ – площадка перед входом	⑭ – парк	㉓ – служебные гаражи
Вспомогательная зона	⑮ – трапезная	㉔ – собачья будка
	⑯ – ворота вспом-ной зоны	㉕ – мусоросборник

Рис. 6. Проект благоустройства территории комплекса Троицкой церкви в г. Томске на ул. Октябрьской, 43. Генеральный план. Автор К.А. Пестрикова, научный руководитель Л.С. Романова, консультант Е.Н. Колокольцева [5]

Fig. 6. Landscaping Project for the Troitskaya Church Complex in Tomsk at 43, Oktyabrskaya Str. Master Plan [5]. Author: K.A. Pestrikova; Scientific supervisors: L.S. Romanova, E.N. Kololktseva

Предпроектные исследования по реставрации и приспособлению здания воскресной школы

Поскольку в работе рассматривается комплексный подход к сохранению целостности градоформирующих храмовых ансамблей, важно также акцентировать внимание на отдельных их составляющих. Примером такой проработки в данном случае выступает проект реставрации и приспособления здания воскресной школы на территории Троицкой церкви.

Здание воскресной школы на момент строительства не входило в состав ансамбля Троицкого храма, что прослеживается в технических паспортах объекта за 1932 и 1934 гг. и в абрисе квартала № 111 за 1937 г. Согласно архивным данным, объект построен по проекту городского архитектора Виктора Васильевича Хабарова для нужд Воскресенского мужского и женского училища в 1881 г. на приобретенной городской управой усадьбе у переселенца Томского округа Нелюбинской волости Вавилы Ивановича Ануфриева [6]. Важно отметить, что, несмотря на историческое градостроительное развитие данной территории, функциональное назначение объекта претерпевало изменения, но все же несло образовательную функцию весь период эксплуатации.

Так, на основании исторической записки, предоставленной руководством Троицкой церкви, было установлено, что с 1881 г. объект функционировал как Воскресенское мужское и женское приходское училище, эта функция прослеживается вплоть до 1912 г. Включение здания в состав Троицкого церковного комплекса впервые произошло в середине XX в., что подтверждается архивным документом 1941 г., свидетельствующим о передаче как здания на ул. Октябрьской, 41, так и территории церкви в пользование артели инвалидов «Рационализатор». В телефонном справочнике по состоянию на 1 сентября 1978 г. по адресу: ул. Октябрьская, 41, указывается Профессионально-торговое училище. Только в 1995 г. здание окончательно закрепилось в составе ансамбля Свято-Троицкой церкви. В настоящее время в нем размещаются воскресная школа, приходская библиотека, швейная мастерская и реабилитационный центр [7].

Таким образом, здание воскресной школы представляет собой исторически самостоятельный объект учебного назначения, включенный в состав церковного комплекса в результате градостроительного развития территории.

Натурное обследование здания воскресной школы

Натурные обследование на объекте проводились в период с июня по октябрь 2024 г. Воскресная школа Троицкой церкви представляет собой двухэтажное деревянное здание с углами, рубленными «в обло», п-образное в плане, без подвала на кирпичном цоколе. Обшивка горизонтальная, ширина профиля – 190 мм, углы закрыты лопатками. Крыша сложная вальмовая с двумя слуховыми окнами, расположенными зеркально с небольшим смещением, на северном и южном фасадах. На момент обследования кровля и карнизы были полностью заменены. Кровля фальцевая оцинкованная, карнизы обшиты в 3 доски без декора. Водоотводящая система утрачена. Фасады несимметричны, исторически здание имело 3 входа, два из которых были утрачены (рис. 7). Планировочная структура коридорного типа [Там же].



Рис. 7. Здание воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г.Томске. Фото Т.В. Сафроновой:

a – западный фасад, июль 2024 г.; *б* – северный фасад, сентябрь 2024 г.

Fig. 7. Sunday School of the Trinity Church at 41, Oktyabrskaya Str. in Tomsk in 2024:

a – west façade; *b* – north façade. Photograph by T.V. Safronova

На основании исторической записки установлено, что объект является авторским и не имеет аналогов объемно-пространственной композиции, но поскольку здание не имеет ярко выраженных стилистических характеристик, черты архитектурно-художественного оформления встречаются в постройках этого периода, относящихся к учебным заведениям. Аналоги были подобраны на основе материалов, применяемых при строительстве, а именно древесина, и функционального назначения объекта – училища. Найденные материалы отражают сходство училищ в простоте внешнего убранства зданий и минимального количества декоративных элементов. В большинстве случаев это простые прямоугольные в плане здания, имеющие один или два этажа, в то время как здание воскресной школы имеет п-образную форму в плане, которая встречается в планировочной структуре каменных школ и училищ, но не имеет аналогов среди деревянных построек [7].

Оценка технического состояния здания воскресной школы выполнена на основании визуального обследования, проведенного в период июнь – ноябрь 2024 г. Исследование показало, что объект находится в работоспособном состоянии [8]. Фундамент здания не просматривается, но по визуальной характеристике цоколя предполагается ленточный бутовый фундамент. Отклонений от вертикали не выявлено, что позволяет предварительно оценить его состояние как *работоспособное*. Цоколь выполнен из кирпича старого образца на известковом растворе и имеет поздний штукатурный слой, на поверхности которого зафиксированы трещины и локальные отслоения штукатурки, а также участки биопоражения, обусловленные отсутствием отмостки и повышением уровня культурного слоя (рис. 8). Состояние цоколя оценивается как *ограниченно работоспособное*.

Стены обшиты горизонтальной профилированной доской. Отклонений и выпучиваний стен не выявлено. Вместе с тем зафиксированы значительные участки поздней обшивки, что затрудняет оценку подлинного состояния стен и требует дополнительных зондажей. Состояние стен и обшивки в целом оценивается как *работоспособное*. Кровля фальцевая – поздняя, оцинкованная,

находится в *работоспособном состоянии*. Стропильная система сохранена в подлинном виде и выполнена из бревен диаметром 300 мм. Состояние перекрытий здания, включая цокольное, межэтажное и чердачное, предварительно оценивается как *работоспособное*.



Рис. 8. Здание воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г. Томске. Фото Т.В. Сафроновой:

a – состояние цоколя, июль 2024 г.; *б* – состояние стен, июль 2024 г.

Fig. 8. Sunday School of the Trinity Church at 41, Oktyabrskaya Str. in Tomsk in July 2024: *a* – plinth; *b* – walls. Photograph by T.V. Safronova

По результатам натурного обследования установлено, что здание воскресной школы сохраняет устойчивую конструктивную схему и подлинные несущие элементы. Критических деформаций, способных повлиять на пространственную жесткость объекта, не выявлено. Основные дефекты носят локальный характер и связаны преимущественно с поздними ремонтными вмешательствами, нарушением водоотведения и повышением уровня культурного слоя. Состояние здания в целом оценивается как *работоспособное*, что допускает его дальнейшую эксплуатацию при условии проведения комплекса консервационных и реставрационных мероприятий.

Для уточнения инженерно-технического состояния разработана *программа исследований*, включающая устройство шурфов для обследования фундаментов, зондажей перекрытий и фасадных конструкций, а также отбор проб материалов для выявления характера биологических поражений [7].

Проект реставрации и приспособления здания воскресной школы

На основании проведенных комплексных исследований выявлено, что здание воскресной школы Троицкой церкви имеет следующие ценности, предложенные О.И. Пруцыным: историческую, градостроительную, архитектурно-эстетическую, эмоционально-художественную, научно-реставрационную и функ-

циональную. Сохранение этих ценностей является важной задачей при разработке реставрационных мероприятий [9].

Результаты изучения исторической документации, архивных материалов и натуральных исследований показали, что объект сохранил большую часть подлинных конструкций, но также естественным является тот факт, что в процессе эксплуатации здание претерпевало изменения и частичные утраты отдельных элементов (обшивка, декоративные элементы, слуховые окна). С учетом выявленных особенностей объекта, а также недостаточности архивных и иконографических материалов для точного восстановления всех утраченных элементов было принято решение применять *метод консервации с элементами реставрации* [7]. Этот метод позволяет:

- максимально сохранить подлинный исторический облик здания и его конструктивные элементы за счет демонтажа части поздних наслоений и восстановления части утраченных элементов;
- устранить выявленные повреждения и дефекты;
- предотвратить дальнейшее разрушение конструкции;
- сохранять часть поздних наслоений, которые имеют актуальное функциональное значение.

Такой подход способствует сохранению здания в его историческом виде, не нарушая сложившуюся структуру исторической застройки, позволяет сохранить подлинные конструктивные и архитектурные элементы здания и обеспечить его использование по исторически сложившейся *функции учебного заведения*.

Выбранный метод реставрации здания воскресной школы Троицкой церкви основан на комплексе проведенных исследований и направлен на сохранение его исторического облика и выявленных ценностных характеристик. Ключевыми факторами при разработке проектных решений являются сохранение объемно-планировочной структуры, подлинных конструкций и применение традиционных материалов [8, 10].

Сохранение объемно-планировочной структуры предполагает минимальное вмешательство в существующую планировку и пропорции здания. Реставрация фасадов и конструктивных элементов направлена на сохранение исторических материалов здания и устранение выявленных дефектов. Проектом предусматривается демонтаж поздней обшивки и поздних оконных заполнений с восстановлением подлинных элементов. В состав работ также входят: расчистка и восстановление цоколя с сохранением исторического кирпича, устройство отмостки, реставрация наличников, ремонт и локальное усиление перекрытий, восстановление печей, дымоходов и системы водоотведения (рис. 9).

Цветовое решение фасадов опирается на историческую палитру конца XIX в. Обшивку дома предлагается окрасить охрой золотистой, наличники и декоративные элементы – белилами, ставни – белилами и охрой золотистой. Такое же колористическое решение предлагается для восстанавливаемых забора, ворот, калитки. На кровле остается оцинкованная сталь, которая применяется для воссоздания кровельных фартуков и водосточных труб (рис. 10) [10].

При разработке концепции приспособления здания воскресной школы Троицкой церкви к современному использованию основным фактором стало сохранение исторически сложившейся функции образовательного учреждения [Там же].

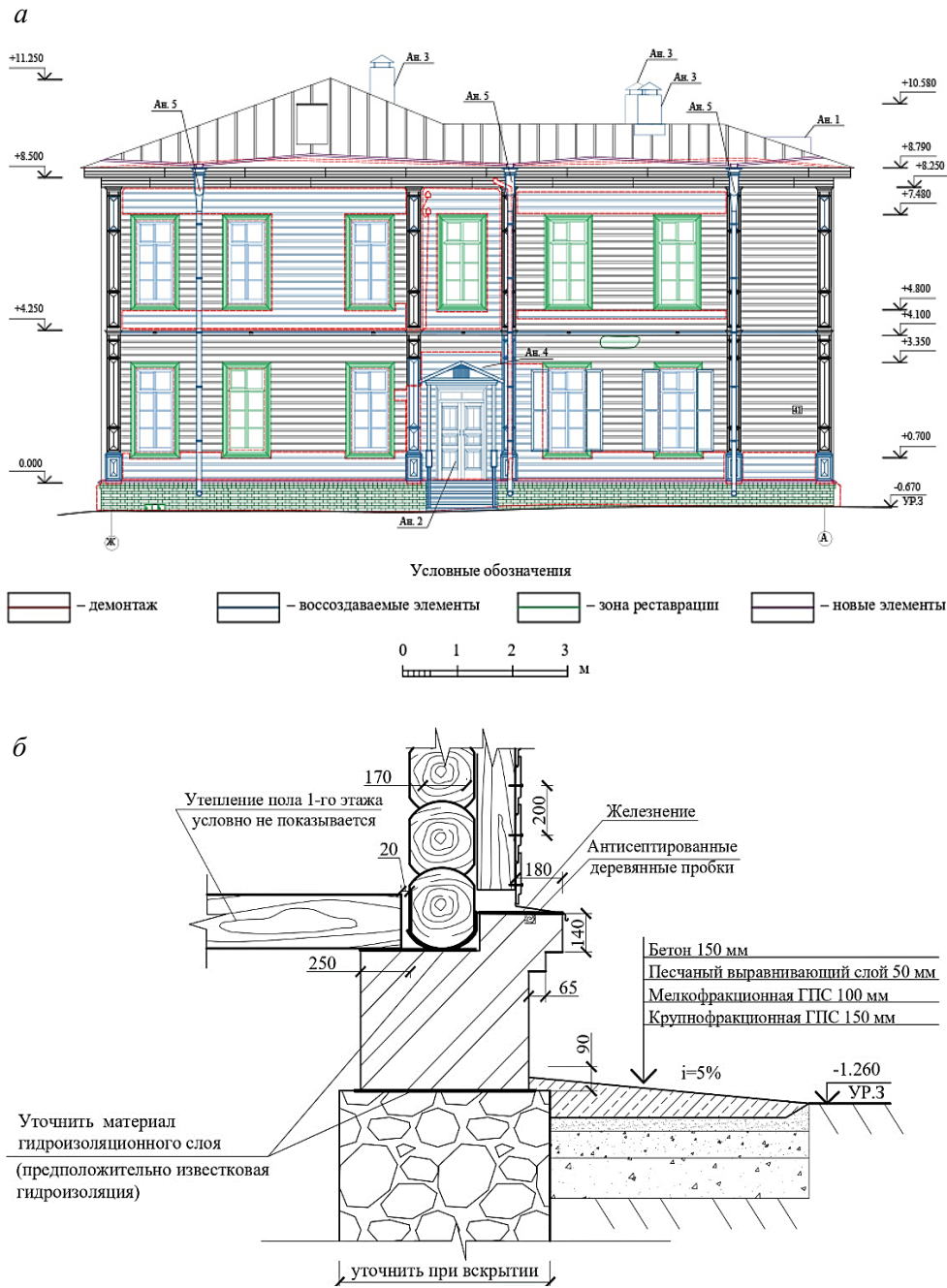


Рис. 9. Предложение по реставрации здания воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г. Томске. Выполнила Т.В. Сафронова [10]:

a – северный фасад; *б* – узел примыкания перекрытия и цоколя

Fig. 9. Proposed restoration of the Sunday School of the Trinity Church at 41, Oktyabrskaya Str. in Tomsk:

a – north façade; *b* – junction between the floor slab and the plinth. Prepared by T.V. Safronova [10]



Рис. 10. Предложения по реставрации здания воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г.Томске. Автор проекта Т.В. Сафронова [10]

Fig. 10. Proposed restoration measures for the Sunday School of the Trinity Church. Project author: T.V. Safronova [10]

Объект с момента постройки в 1881 г. выполнял функцию учебного заведения, и в настоящее время использование его под воскресную школу полностью соответствует исторической традиции и целесообразно с точки зрения градостроительного развития территории храма и его современных потребностей. Важно отметить, что на момент обследования в здании размещались также *другие функции*: швейная мастерская и реабилитационный центр, проектом предполагается вывод данных функций в отдельно стоящие здания, предусмотренные в проекте благоустройства территории [7]. Здание воскресной школы также становится *объектом показа* как пример деревянного двухэтажного училища конца XIX в.

Для обеспечения современного использования и сохранения исторического облика здания воскресной школы предусмотрено восстановление двух исторических входов. Главный вход на северном фасаде восстановлен по историческому аналогу с внутренним тамбуром, соответствующим современным нормативам. Второй вход на южном фасаде выполняет функции эвакуационного выхода и отдельного входа с территории церковного комплекса. Входные группы интегрированы в существующую планировку с минимальным вмешательством в подлинную архитектуру (рис. 12).

Внутренние помещения приспособлены с минимальными изменениями существующей планировки и объемно-пространственной структуры, продиктованы потребностью воскресной школы в необходимых помещениях и современными нормами функционального использования учебных заведений и пожарной безопасности. *На первом этаже* размещены вестибюль с зоной рекреации и выставок, библиотека, учебные и административные помещения, а также актовый зал с костюмерной. *Второй этаж* предназначен для учебных занятий, кружковой деятельности, музыкальной и творческой работы, помещений для организации интерактивных мероприятий (рис. 11, 13).



Рис. 11. Проект приспособления. Интерьеры воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г. Томске. Автор Т.В. Сафронова, научный руководитель Л.С. Романова:

a – интерьер дошкольного класса; *б* – холл 2-го этажа для проведения интерактивных мероприятий

Fig. 11. Adaptive reuse project. Interiors of the Sunday School of the Trinity Church: *a* – preschool classroom; *b* – second-floor hall for interactive activities. Author: T.V. Safronova; scientific supervisor: L.S. Romanova

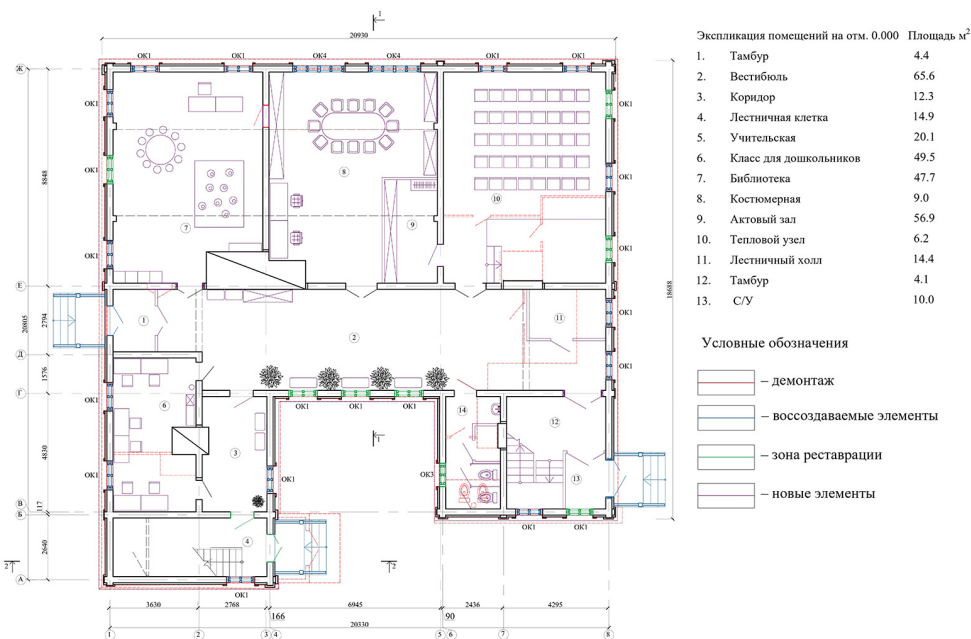


Рис. 12. Проект приспособления здания воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г. Томске. План 1-го этажа. Автор Т.В. Сафронова, научный руководитель Л.С. Романова, консультант Е.Н. Колокольцева [10]

Fig. 12. Adaptive reuse project of the Sunday School of the Trinity Church. The first-floor plan [10]. Author: T.V. Safronova; scientific supervisor: L.S. Romanova; consultant: E.N. Kolokoltseva

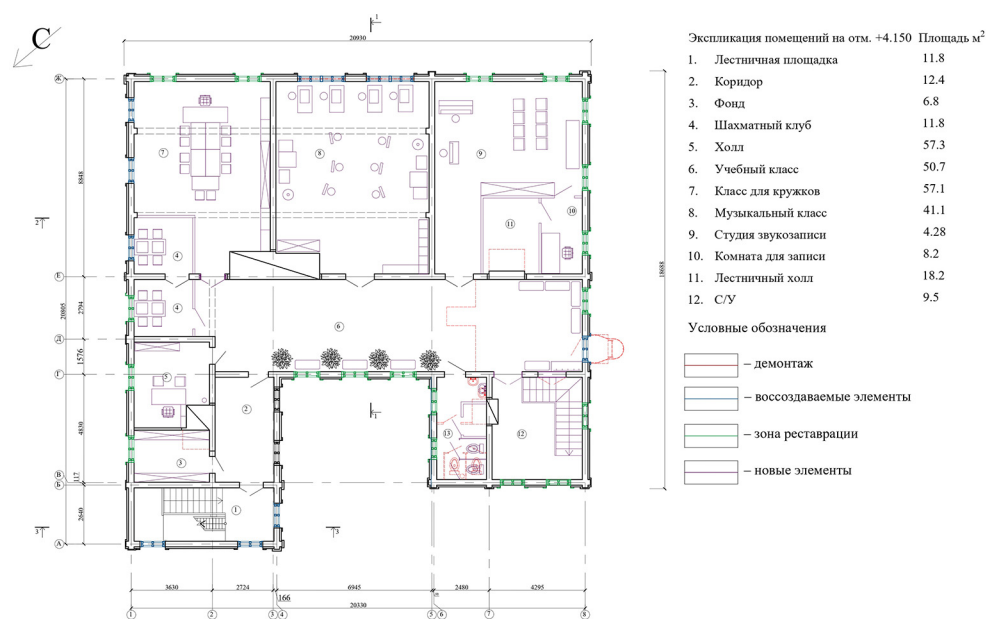


Рис. 13. Проект приспособления здания воскресной школы Троицкой церкви на ул. Октябрьской, 41, в г. Томске. План 2-го этажа. Автор Т.В. Сафронова, научный руководитель Л.С. Романова, консультант Е.Н. Колокольцева [10]

Fig. 13. Adaptive reuse project of the Sunday School of the Trinity Church. The second-floor plan [10]. Author: T.V. Safronova; scientific supervisor: L.S. Romanova; consultant: E.N. Kolokoltseva

Приспособление здания учитывает его расположение в составе церковного комплекса и предусматривает организацию удобного доступа с территории церкви, а также формирование функциональных и визуальных связей с благоустроенной территорией. Это позволяет сохранить историческую взаимосвязь объектов комплекса и обеспечить полноценное использование здания в существующей архитектурной среде [10].

Разработанные принципы реставрации и приспособления здания направлены на сохранение его исторической структуры и функции, позволяя использовать его в современных условиях в составе церковного комплекса.

Заключение

Проведенное исследование и разработка проектных решений по благоустройству территории Троицкой церкви в г. Томске, памятника регионального значения, реставрации и приспособлению здания воскресной школы показали, что для сохранения целостности и культурной ценности православного храмового комплекса необходим комплексный подход.

Благоустройство территории комплекса Троицкой церкви, включающее функциональное зонирование, снос диссонирующих построек, строительство новых объектов в соответствующих функциональных зонах, восстановление исторических ограждений и покрытий, обеспечивает гармоничное восприятие доминанты – Троицкой церкви – среди исторического окружения, поддерживая це-

лостность исторических районов Воскресенская гора и Болото, связанных с рождением Томска – исторического поселения федерального значения.

Реставрационные мероприятия и приспособление здания воскресной школы направлены на сохранение его исторической структуры, объемно-планировочной композиции и конструктивных элементов, а также на обеспечение возможности современного использования в образовательных целях. При этом *исключены* функции, не свойственные воскресной школе, – швейная мастерская и реабилитационный центр, что позволяет сохранить исторически целесообразную образовательную функцию здания.

Предложенные проектные решения демонстрируют *эффективность комплексного подхода* к сохранению культурного наследия, который обеспечивает *сохранность* исторически ценных объектов, *продление срока* их эксплуатации, *восстановление* визуального и функционального единства комплекса, а также *приспособление объектов* к современным требованиям без утраты их исторической и эстетической ценности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Пестрикова, К.А.* Проект благоустройства территории комплекса Троицкой церкви по ул. Октябрьская, 43 в г. Томске. Том 1. Комплексные научные исследования : бакалаврская квалификационная работа. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. 275 с.
2. *Пятницкая, Т.Н.* Формирование монастырских ансамблей XVII в. юго-восточного Приладожья : специальность 05.23.20 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Пятницкая Татьяна Николаевна. 2015. 259 с. EDN: RJQUOM
3. *Иерусалим Небесный и земной.* Москва : Сибирская Благовонница, 2017. 80 с. ISBN 978-5-906853-81-3. EDN: ZVABOD
4. *Пестрикова, К.А., Романова, Л.С.* Современные проблемы функционального зонирования на территории исторических православных храмовых комплексов на примере Троицкой церкви в городе Томске // Избранные доклады 71-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых, Томск, 17 апреля 2025 г. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2025. С. 523–528. EDN: OPJSYL
5. *Пестрикова, К.А.* Проект благоустройства территории комплекса Троицкой церкви на ул. Октябрьская, 43 в г. Томске. Том 2. Проектные предложения. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2025. 139 с.
6. *Сафронова, Т.В., Романова, Л.С.* Из опыта поиска исторической информации по Воскресной школе при Троицкой церкви в городе Томске // Избранные доклады 71-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых, Томск, 17 апреля 2025 г. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2025. С. 578–581. EDN: NXJCNB
7. *Сафронова, Т.В.* Проект реставрации и приспособления здания Воскресной школы Троицкой церкви по ул. Октябрьская, 41 в г. Томске. Том 1. Комплексные научные исследования. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. 157 с.
8. *Подъяпольский, С.С., Бессонов, Г.Б., Беляев, Л.А., Постников, Т.М.* Реставрация памятников архитектуры. Москва : Стройиздат, 1988. 264 с.
9. *Пруцын, О.И.* Реставрационные материалы. Москва : Институт искусства реставрации, 2004. 264 с. ISBN 5-900-967-23-9.
10. *Сафронова, Т.В.* Проект реставрации и приспособления здания воскресной школы Троицкой церкви по ул. Октябрьская, 41 в г. Томске. Том 2. Проектные предложения. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. 72 с.
11. *Об утверждении границ* зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории г. Томска, режимов использования земель и градостроительных регламентов

в границах данных зон охраны : постановление Администрации Томской области от 14.06.2012 № 226а (ред. от 18.01.2019) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: [https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/2be60db88e06e64747257ce1002ae295/\\$FILE/режимы_исполь_земель_кн_томск.pdf](https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/2be60db88e06e64747257ce1002ae295/$FILE/режимы_исполь_земель_кн_томск.pdf) (дата обращения: 27.03.2026).

REFERENCES

1. *Pestrikova, K.A.* Urban Landscaping of the Trinity Church Complex at 43, Oktyabrskaya Str. in Tomsk. Vol. 1. Comprehensive scientific research: Bachelor's Thesis. Tomsk: TSUAB, 2024. 275 p. (In Russian)
2. *Pyatnitskaya, T.N.* Formation of Monastic Ensembles in the 17th century in the Southeast of the Ladoga Region. PhD Thesis. 2015. 259 p. EDN: RJQUOM (In Russian)
3. Jerusalem, Heavenly and Earthly. Moscow: Sibirskaya Blagovonnitsa, 2017. 80 p. ISBN 978-5-906853-81-3. EDN: ZVABOD (In Russian)
4. *Pestrikova, K.A., Romanova, L.S.* Contemporary Issues of Functional Zoning in historic Orthodox Church Complexes: The Case of the Trinity Church in Tomsk. In: *Proc. 71st Univ. Sci. Conf. of Students and Young Scientists*. Tomsk, April 17, 2025. Tomsk: TSUAB, 2025. Pp. 523–528. EDN: OPJSYL (In Russian)
5. *Pestrikova, K.A.* Urban Landscaping of the Trinity Church Complex at 43, Oktyabrskaya Str. in Tomsk. Vol. 2. Design proposals. Bachelor's Thesis. Tomsk: TSUAB, 2025. 139 p. (In Russian)
6. *Safronova, T.V., Romanova, L.S.* Historical Information about the Sunday School at the Trinity Church in Tomsk. In: *Proc. 71st Univ. Sci. Conf. of Students and Young Scientists*, Tomsk, April 17, 2025. Tomsk: TSUAB, 2025. Pp. 578–581. EDN: NXJCNB (In Russian)
7. *Safronova, T.V.* Restoration and Adaptive Reuse Project of the Sunday School Building of the Trinity Church at 41, Oktyabrskaya Str. in Tomsk. Vol. 1. Comprehensive scientific research. Bachelor's Thesis. Tomsk: TSUAB, 2024. 157 p. (In Russian)
8. *Podyapolsky, S.S., Bessonov, G.B., Belyaev, L.A., Postnikov, T.M.* Restoration of Architectural Monuments. S.S. Podyapolsky (Ed.) Moscow: Stroyizdat, 1988. 264 p. (In Russian)
9. *Prutsyn, O.I.* Restoration Materials. Moscow, 2004. 264 p. ISBN 5-900-967-23-9. (In Russian)
10. *Safronova, T.V.* Restoration and Adaptive Reuse Project of the Sunday School of the Trinity Church at 41, Oktyabrskaya Str. in Tomsk. Vol. 2. Design proposals: Bachelor's Thesis. Tomsk: TSUAB, 2024. 72 p. (In Russian)
11. Resolution of the Tomsk Region Administration of June 14, 2012, No. 226a (as amended on January 18, 2019) "On approval of the boundaries of protected zones for cultural heritage sites located on the territory of the city of Tomsk, land use regimes, and urban development regulations within the boundaries of these protected zones". Available: [https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/2be60db88e06e64747257ce1002ae295/\\$FILE/режимы_исполь_земель_кн_томск.pdf](https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/2be60db88e06e64747257ce1002ae295/$FILE/режимы_исполь_земель_кн_томск.pdf) (accessed March 27, 2026). (In Russian)

Сведения об авторах

Пестрикова Ксения Алексеевна, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, pestrikova_ksu@mail.ru

Сафронова Татьяна Вячеславовна, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, tania.safronova00@mail.ru

Романова Лариса Степановна, канд. архитектуры, доцент, советник РААСН, член ТРО СА России, заведующая кафедрой, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, lara235@yandex.ru

Authors Details

Ksenia A. Pestrikova, Graduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, pestrikova_ksu@mail.ru

Tatyana V. Safronova, Graduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, tania.safronova00@mail.ru

Larisa S. Romanova, PhD, A/Professor, Advisor RAACS, member of the Tomsk Regional Branch of the Union of Architects of Russia, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, lara235@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.03.2026
Одобрена после рецензирования 26.03.2026
Принята к публикации 02.04.2026

Submitted for publication 10.03.2026
Approved after review 26.03.2026
Accepted for publication 02.04.2026

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

BUILDING AND CONSTRUCTION

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 212–225.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 212–225.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 693.22:624.04

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-212-225>

EDN: EOWVHS

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ ОБРУШЕНИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА

**Иван Иванович Подшивалов, Сергей Васильевич Ющубе,
Александр Александрович Тарасов**

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. Актуальность исследования заключается в оценке устойчивости металлического каркаса корпуса фильтрации песка обогатительной фабрики с уровнем ответственности КС-3.

Цель работы – оценить возможность прогрессирующего обрушения металлического каркаса при различных сценариях исключения колонн из работы. Для этого выполняется моделирование напряженно-деформированного состояния конструктивной схемы каркаса с учетом пространственной системы «основание – фундамент – здание».

Методы. Моделирование напряженно-деформированного состояния металлического каркаса выполнено в ПВК Ing+2021 MicroFe с использованием методики защиты зданий от прогрессирующего обрушения кинематическим методом теории предельного равновесия.

Результаты. Выявлено, что при существующем уровне нагружения особого сочетания нагрузок в случае выключения любой одной колонны каркаса аварийная ситуация не наступит и прогрессирующего обрушения корпуса не произойдет.

Расчетом установлено, что при превышении существующего уровня нагружения особого сочетания нагрузок на 39 % в случае выключения угловой колонны и на 34 % в случае выключения рядовой колонны металлический каркас превратится в кинематически изменяемый механизм и его несущая способность будет исчерпана.

Ключевые слова: металлический каркас, прогрессирующее обрушение, моделирование, выключение колонны, напряженно-деформированное состояние

Для цитирования: Подшивалов, И.И., Ющубе, С.В., Тарасов, А.А. Оценка устойчивости прогрессирующему обрушению металлического каркаса производственного корпуса // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 212–225. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-212-225>. EDN: EOWVHS

ORIGINAL ARTICLE

EVALUATION OF PROGRESSIVE COLLAPSE RESISTANCE OF STEEL FRAME OF INDUSTRIAL BUILDING

Ivan I. Podshivalov, Sergei V. Yushchube, Aleksandr A. Tarasov
Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Abstract. This work evaluates the steel frame stability of the sand sleeve filter of the processing plant of the consequence class KS-3.

Purpose: The aim of the work is to consider all possible scenarios of the removal of steel frame columns leading to a possible progressive collapse using the stress-strain state simulation in a three-dimensional model of the base–foundation–building system.

Methodology: The stress-strain state of the steel frame is simulated in Ing+ 2021 MicroFe software package using the kinematic method of the limit equilibrium theory for building protection from progressive collapse.

Research findings: It is found that at the specific load combination and the removal of any one column of the steel frame, an emergency situation does not occur and progressive building collapse does not occur also. According to calculations, at the load level exceeded by 39% at the removed corner column and by 34% at the removed serial column, the steel frame transmits to a kinematically variable mechanism, while its load-bearing capacity is exhausted.

Keywords: steel frame, progressive collapse, modelling, column shutdown, stress-strain state

For citation: Podshivalov, I.I., Yushchube, S. V., Tarasov, A. A. Evaluation of Progressive Collapse Resistance of Steel Frame of Industrial Building. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 212–225. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-212-225>. EDN: EOWVHS

Необходимость в анализе напряженно-деформированного состояния конструкций промышленных зданий может возникнуть на различной стадии их эксплуатации, например при реконструкции с заменой технологического оборудования или при повышении уровня ответственности сооружения [1, 2]. Кроме того, при реконструкции промышленных предприятий следует учитывать изменение эксплуатационных нагрузок на существующие конструкции и необходимость в последующей оценке их технического состояния [3].

Отказы отдельных элементов или всего здания обусловлены совокупностью причин, вызванных как ошибками при проектировании, так и нарушениями правил производства работ при строительстве и отступлениями от правил безопасной эксплуатации зданий и сооружений [4].

Анализ надежности металлических конструкций показывает, что минимизация ущерба возможна путем регулирования взаимодействия несущих эле-

ментов между собой. Например, для стропильных ферм достаточно реализовать конструктивные мероприятия по связевым элементам покрытий [5].

Отказы отдельных конструктивных элементов не должны приводить к такому напряженно-деформированному состоянию производственного здания, когда нависает опасность его частичного или полного разрушения [6]. В статье А.Р. Туснина и М.П. Бергера [7] представлены результаты экспериментальных исследований металлических ферм при повреждении отдельных стержней, получено перераспределение усилий от поврежденных элементов на соседние элементы фермы.

Живучесть, по определению В.Д. Райзера [8], – это свойство конструкций сохранять при аварийных воздействиях способность к выполнению одной из основных функций – не допускать лавинообразного (каскадного) разрушения. Здание и сооружение следует проектировать таким образом, чтобы в случае разрушения любого элемента весь объект или его наиболее ответственные части сохраняли работоспособность в течение периода времени, достаточного для принятия срочных мер [9].

С целью повышения безопасности зданий и сооружений необходимо учитывать запроектные нагрузки [10]. Одним из способов повышения устойчивости зданий при отказе несущих конструкций является более полный учет работы элементов и узлов их сопряжения исходя из изменения статической схемы работы несущей системы здания [11]. При этом допускается развитие прогибов и частичное разрушение некоторых сечений элементов [12].

Для защиты одноэтажных промышленных зданий от прогрессирующего обрушения разрабатываются конструктивные решения, основанные на принципе включения их в работу только при возникновении запроектных перемещений несущих конструкций здания [13]. При расчете зданий от прогрессирующего обрушения следует рассматривать все возможные сценарии выключения из работы несущих конструкций [14], например удаление крайней колонны и колонны в пролете [15].

В статье О.А. Тусниной и С.А. Павлова [16] путем анализа устойчивости к прогрессирующему обрушению каркаса конверторного цеха рассмотрены различные сценарии локального разрушения несущих конструкций цеха. Установлено, что отсутствуют варианты аварийной ситуации лавинообразного разрушения сооружения.

Для стабилизации деформаций и усилий в аварийной ситуации могут использоваться регуляторы, представляющие собой предварительное напряжение конструкций с заданным усилием натяжения стальных тросов [17]. Задача решалась в ВК «Лира-САПР» путем оценки устойчивости конструктивной системы по коэффициенту общей устойчивости, равному 1,3.

При выключении одной из колонн каркаса использование динамического расчета приводит к более точной оценке напряженно-деформированного состояния каркаса по сравнению со статическим расчетом [18]. Учет мгновенного выключения колонны вызывает собственные колебания каркаса и динамический эффект [19]. В результате динамического расчета во временной области определяются динамические максимумы усилий, которые вместе со статическими нагрузками в расчетном сочетании усилий используются в конструктивном расчете элементов системы [20].

Как известно, для расчета зданий и сооружений на прогрессирующее обрушение следует использовать пространственные расчетные схемы, учитывающие взаимодействие с грунтовым основанием¹. При обеспечении пластичной работы материалов конструктивной системы в предельном состоянии для расчета зданий от прогрессирующего обрушения используется кинематический метод предельного равновесия [21].

В настоящей статье рассматривается корпус фильтрации песка обогатительной фабрики с уровнем ответственности сооружения КС-3. Здание корпуса фильтрации представляет собой полный металлический каркас, выполненный по рамно-связевой схеме, с размерами в плане 24×36 м. Пролет рам – 24 м, шаг рам – 6 м, высота – 16,2 м. Продольная устойчивость каркаса обеспечивается вертикальными связями по колоннам, а поперечная устойчивость – за счет статической схемы работы рам. Сопряжение с фундаментом двухветвевых колонн рам, выполненных в виде стоек из прокатного широкополочного двутавра I40Ш2, жесткое. Стойки фахверка смонтированы из двутавра I35Б2. Покрытие корпуса фильтрации образовано стальными фермами с параллельными поясами пролетом 24 м, высотой 2,25 м. Пояса и элементы решетки ферм выполнены из спаренных уголков (рис. 1).

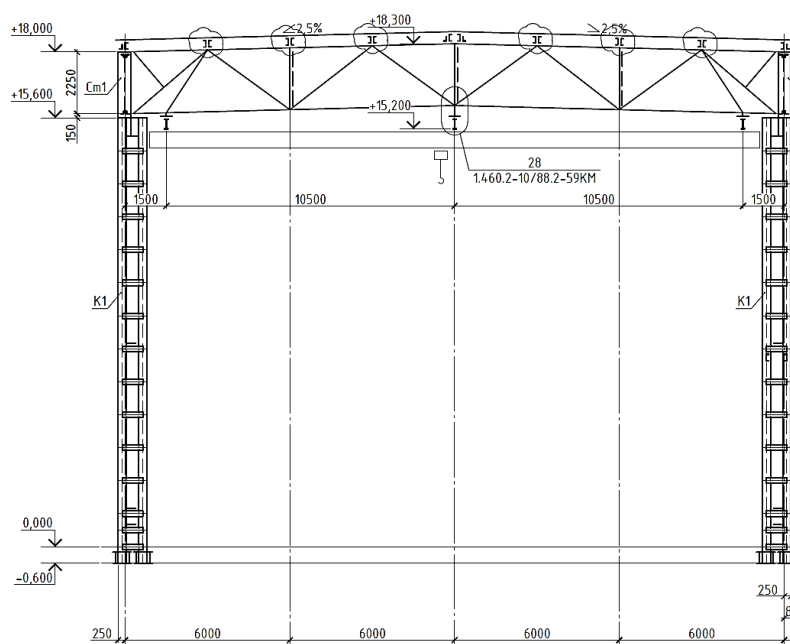


Рис. 1. Характерный поперечный разрез здания корпуса фильтрации
Fig. 1. Typical cross-section of the filtration building

¹ СП 385.1325800.2018. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения с изменением № 1: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июля 2018 г. № 393/пр и введен в действие с 6 января 2019 г.: дата введения 2019-01-06. URL: <https://nav.tn.ru/cloud/iblock/4c9/4c9fe6facae92c9331783b330da76dff/SP-385.1325800.2018-Zashchita-zdaniy-i-sooruzheniy-ot-progressiruyushchego-obrusheniya.-Pravila-proektirovaniya.-Osnovnye-polozheniya.pdf> (дата обращения: 12.02.2026).

Тип фундамента – отдельно стоящие фундаменты на свайном основании. Сваи имеют сечение 300×300 мм и длину 8 м. Плитная часть отдельно стоящих ростверков имеет высоту 600 мм, сверху располагается подколонник высотой 1300 мм. Сопряжение свай с ростверком жесткое. По данным инженерно-геологических изысканий, допускаемая расчетная нагрузка на сваю $N_p = 50$ тс.

Расчет металлического каркаса здания корпуса фильтрации выполнен с помощью ПК Ing+2021 MicroFe. В разработанной расчетной модели (рис. 2) плитная часть ростверков моделировалась конечным элементом типа «плоский прямоугольный элемент оболочки», сваи и металлические элементы моделировались конечным элементом типа «стержень». Грунтовое слоистое основание моделировалось объемными конечными элементами.

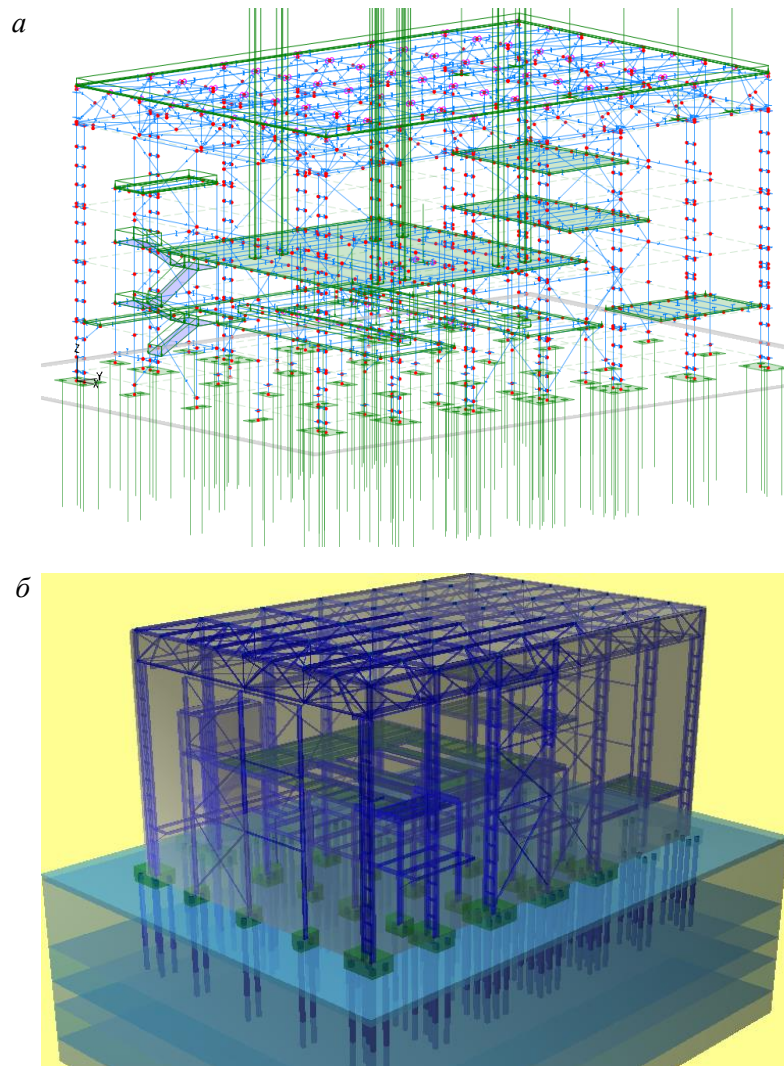


Рис. 2. Расчетная конечно-элементная модель (а) и ее визуализации (б)
Fig. 2. FEM (a) and visualization (b) of filtration building

Расчет на прогрессирующее обрушение выполнялся в два этапа.

Первый этап – первичная расчетная схема (ПРС) – эксплуатационное состояние, в котором все нагрузки расчетные. Сочетание нагрузок основное.

Второй этап – вторичная расчетная схема (ВРС) – рассмотрены два сценария выключения угловой и рядовой колонн. Задавались нормативные значения постоянных и временных длительно действующих нагрузок – особое сочетание нагрузок. Для металлических конструкций принимались нормативные значения сопротивления стали. Расчет выполнялся с использованием поверхностей предельных усилий N - M_y - M_z , определяемых соотношениями².

Расчет от прогрессирующего обрушения выполнялся кинематическим методом предельного равновесия, где принято, что в предельном равновесии разрушается вся конструкция, а не ее отдельные элементы. Параметры прогрессирующего обрушения определяются путем учета нагрузки от выключенного из работы конструктивного элемента. Так, реакция от выключенной колонны принимается следующим образом: мгновенное удаление в ПРС выключаемой колонны моделируется внутренними усилиями, определенными в этом элементе в ПРС и прикладываемыми в ВРС с обратным знаком – коэффициент моделирования усилий $K = 1$. Это соответствует состоянию мгновенного удаления колонны, когда динамический коэффициент $K_d = 2$. В этом случае реакция от выключенной колонны направлена сверху вниз.

В расчетной модели рассматривались три расчетные схемы:

- расчетная схема № 1 – первичная расчетная схема;
- расчетная схема № 2 – вторичная расчетная схема при выключении из работы угловой колонны;
- расчетная схема № 3 – вторичная расчетная схема при выключении из работы рядовой колонны.

Расчетная схема № 1. Изополя коэффициентов использования конструктивных элементов, определяемых по их предельным поверхностям, приведены на рис. 3, из которого следует, что наибольшее значение коэффициента использования $\text{Max } k = 0,860269 < 1$. Так прочность/устойчивость конструктивных элементов каркаса обеспечена, и условие по первой группе предельных состояний выполнено.

Изополя вертикальных перемещений каркаса показаны на рис. 4, из которого видно, что наибольшие вертикальные перемещения $f_{\text{max}} = 66,73$ мм, что значительно меньше предельно допустимых значений $f_u = 150$ мм. Условие по второй группе предельных состояний также выполнено.

Расчетная схема № 2. Изополя коэффициентов использования конструктивных элементов приведены на рис. 5, из которого следует, что наибольшее значение коэффициента использования $\text{Max } k = 7,63725 > 1$. Данное обстоятельство указывает на появление зон пластичных деформаций (изображены красным цветом) в конструктивных элементах каркаса, расположенных в области выключенной крайней колонны. При этом максимальные вертикальные перемещения $f_{\text{max}} = 53,14$ мм находятся в допустимых пределах (рис. 6). В этом случае возможность прогрессирующего обрушения каркаса отсутствует.

² СП 16.13330–2017. Стальные конструкции: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр и введен в действие с 28 августа 2017 г.: дата введения 2017-08-28. URL: <https://steel-fabrication.ru/upload/iblock/08b/СП%2016.13330.2017%20изм1.pdf> (дата обращения: 12.02.2026).

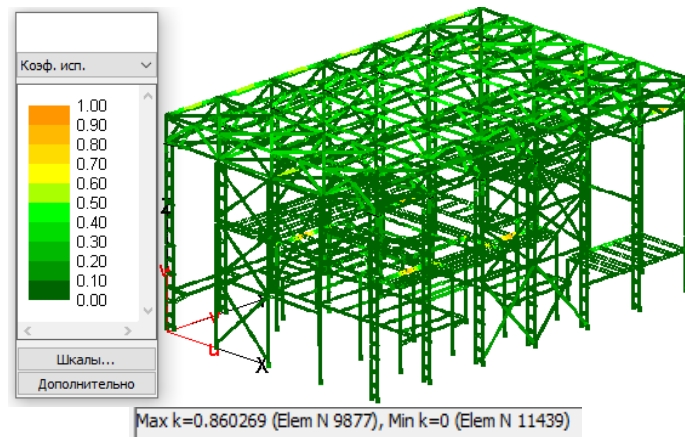


Рис. 3. Изополя коэффициента использования конструктивных элементов в расчетной схеме № 1
Fig. 3. Isofields of use factor of structure members in design model 1.

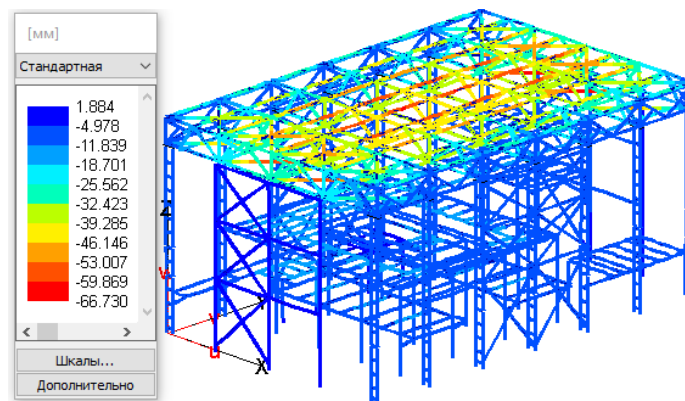


Рис. 4. Изополя вертикальных перемещений каркаса в расчетной схеме № 1
Fig. 4. Isofields of steel frame vertical displacement in design model 1.

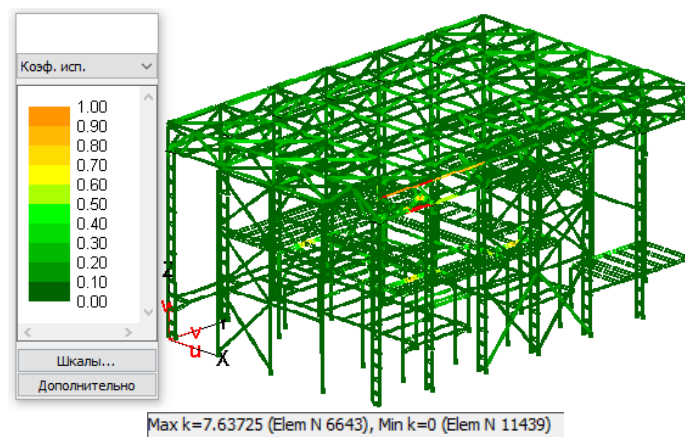


Рис. 5. Изополя коэффициента использования конструктивных элементов в расчетной схеме № 2
Fig. 5. Isofields of use factor of structure members in design model 2.

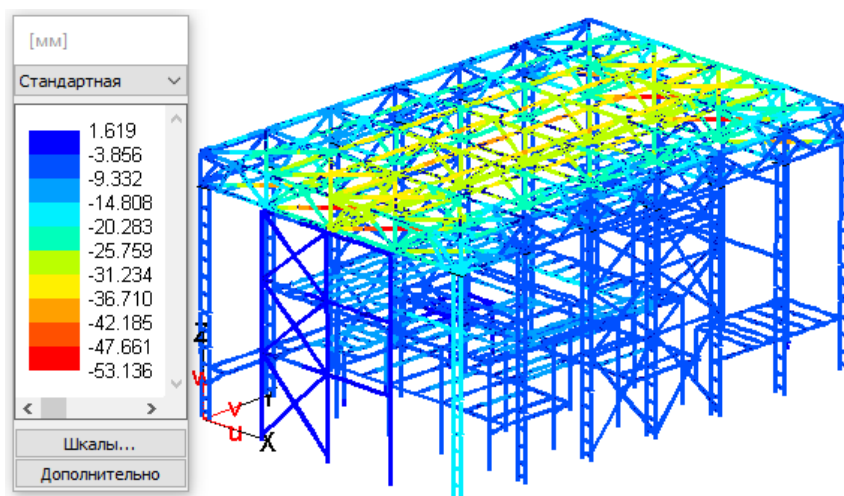


Рис. 6. Изополя вертикальных перемещений каркаса в расчетной схеме № 2

Fig. 6. Isofields of steel frame vertical displacement in design model 2

На рис. 7 показаны изополя коэффициентов использования конструктивных элементов при исчерпании несущей способности каркаса и превращении его в механизм. Такое состояние каркаса появляется, когда выключается крайняя колонна, при превышении существующего уровня нагружения особого сочетания нагрузок на 39 %. При этом деформированная схема каркаса приобретает огромные перемещения (рис. 8). Конструктивная схема «рассыпается», в расчете итерационный процесс не сходится.

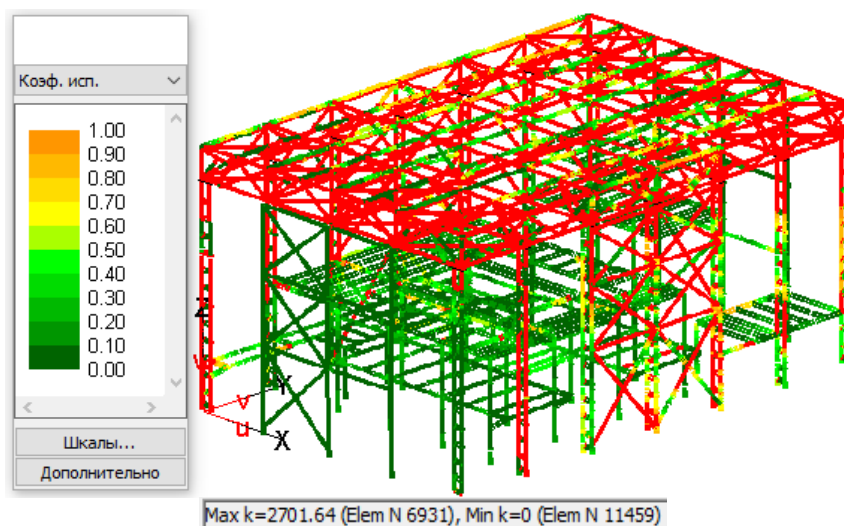


Рис. 7. Изополя коэффициента использования конструктивных элементов в момент превращения каркаса в механизм в расчетной схеме № 2

Fig. 7. Isofields of use factor of structure members at steel frame transmission to a mechanism in design model 2

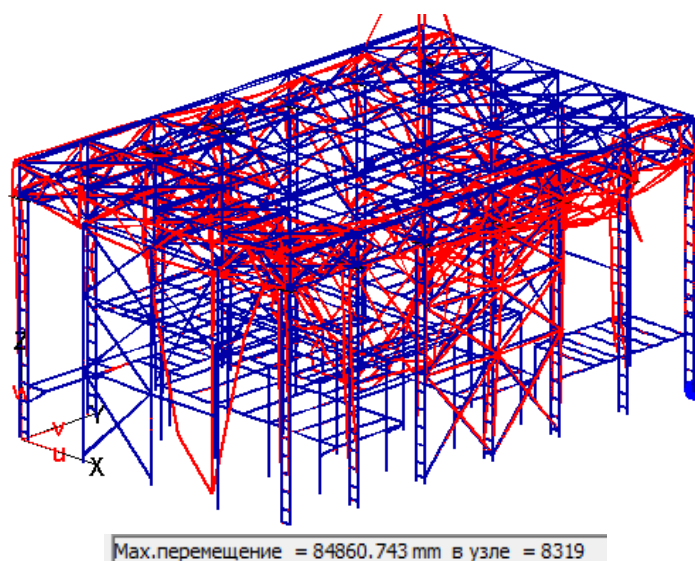


Рис. 8. Деформированная схема при превращении каркаса в механизм в расчетной схеме № 2
 Fig. 8. FEM of deformation during steel frame transmission to a mechanism in design model 2

Расчетная схема № 3. Изополя коэффициентов использования конструктивных элементов приведены на рис. 9, из которого видно, что наибольшее значение коэффициента использования $\text{Max } k = 2,49022 > 1$. Так, в конструктивных элементах покрытия, расположенных в области выключенной рядовой колонны, появляются зоны пластических деформаций стали. Максимальные вертикальные перемещения $f_{\text{max}} = 53,3$ мм находятся в допустимых пределах (рис. 10).

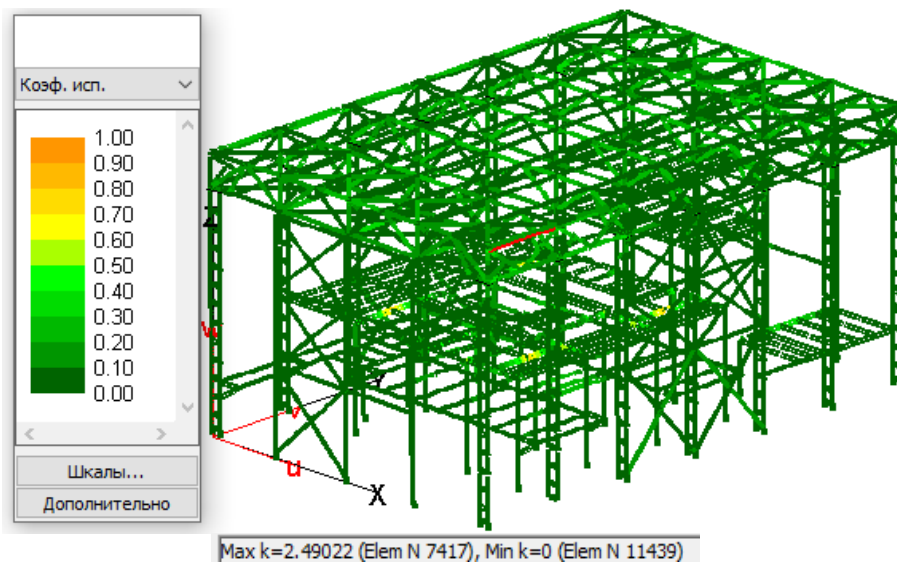


Рис. 9. Изополя коэффициента использования конструктивных элементов в расчетной схеме № 3
 Fig. 9. Isofields of use factor of structure members in design model 3

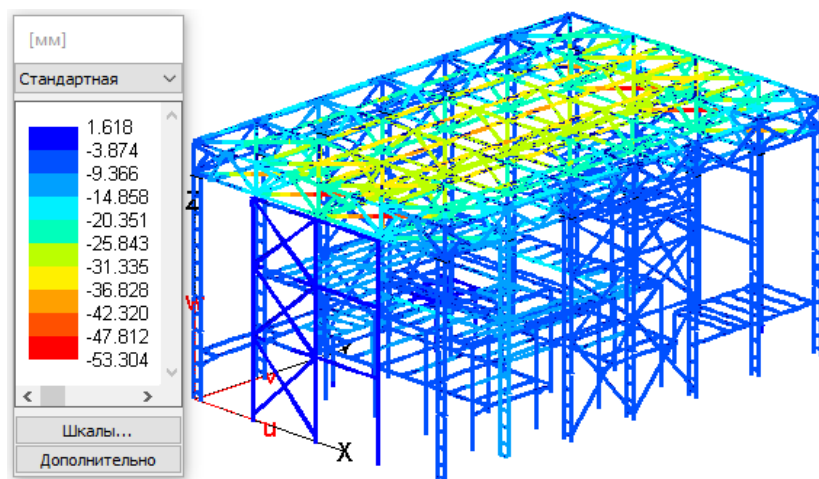


Рис. 10. Изополя вертикальных перемещений каркаса в расчетной схеме № 3
Fig. 10. Isofields of steel frame vertical displacement in design model 3

На рис. 11 приведены изополя коэффициентов использования конструктивных элементов в состоянии превращения каркаса в кинематически изменяемый механизм, когда происходит исчерпание его несущей способности. Такое состояние каркаса появляется, когда выключается рядовая колонна, при превышении существующего уровня нагружения особого сочетания нагрузок на 34 %. При этом деформированная схема каркаса приобретает значительные перемещения (рис. 12). Конструктивная схема каркаса становится нестабильной, итерационный процесс в расчете не сходится.

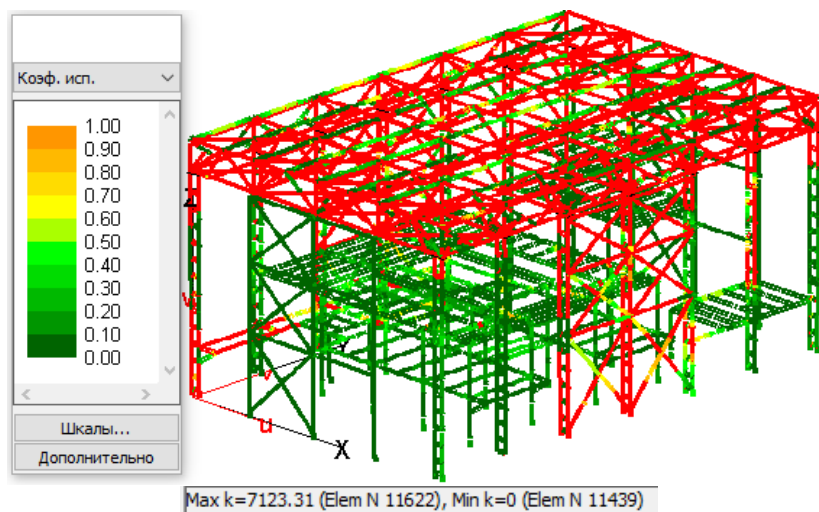


Рис. 11. Изополя коэффициента использования конструктивных элементов в момент превращения каркаса в механизм в расчетной схеме № 3
Fig. 11. Isofields of use factor of structure members at steel frame transmission to a mechanism in design model 3

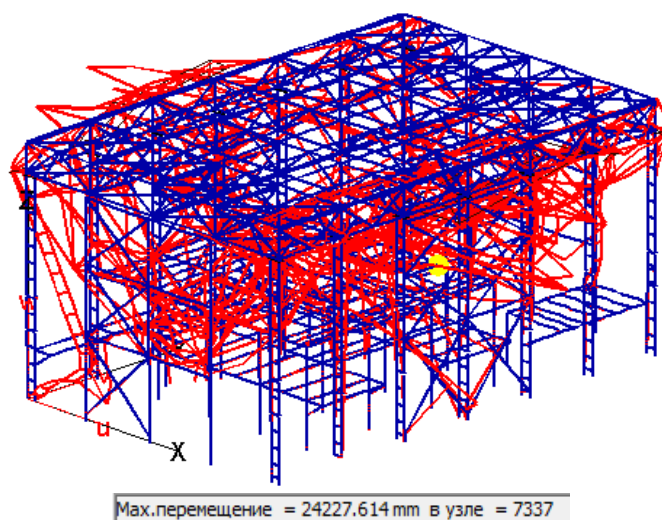


Рис. 12. Деформированная схема при превращении каркаса в механизм в расчетной схеме № 3
 Fig. 12. FEM of deformation during steel frame transition to a mechanism in design model 3

Выводы

При выполнении оценки устойчивости прогрессирующему обрушению металлического каркаса корпуса фильтрации возникла необходимость в создании пространственной конечно-элементной модели в системе «основание – фундамент – здание».

Расчетным путем выполнена оценка напряженно-деформированного состояния каркаса корпуса фильтрации от прогрессирующего обрушения путем рассмотрения двух сценариев выключения угловой и рядовой колонн с использованием кинематического метода теории предельного равновесия.

Выявлено, что при существующем уровне нагружения особого сочетания нагрузок в случае выключения любой одной колонны каркаса аварийная ситуация не наступит и прогрессирующего обрушения корпуса не произойдет.

Установлено, что при превышении существующего уровня нагружения особого сочетания нагрузок на 39 % при выключении угловой колонны и на 34 % при выключении рядовой колонны металлический каркас превратится в кинематически изменяемый механизм и его несущая способность будет исчерпана.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Золина, Т.В., Туснин, А.Р. Увеличение срока эксплуатации промышленного объекта введением конструктивных мер // Вестник МГСУ. 2015. № 6. С. 41–49. EDN: TYCWVV
2. Золина, Т.В. Порядок проведения обследования здания с целью последующей оценки его остаточного ресурса // Вестник МГСУ. 2014. № 11. С. 98–108. EDN: SZCFGR
3. Боровский, Д.С. Расчет на прочность усиливаемых под нагрузкой стержневых элементов стальных конструкций при многопараметрическом нагружении // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 2 (85). С. 36–41. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-2-36-41. EDN: AWDJXY
4. Гукова, М.И., Искендеров, В.Г., Фарфель, М.И. Ошибки проектирования, изготовления и монтажа, приводящие к аварийному состоянию строительных конструкций производ-

- ственных зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 10. С. 25–28. EDN: RIUMRP
5. Еремин, К.А., Матвеевский, С.А. Анализ риска несущих конструкций покрытий стальных каркасов одноэтажных промышленных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 3. С. 16–18. EDN: NDXZTL
 6. Карпенко, Н.И., Колчунов, В.И. О концептуально-методологических подходах к обеспечению конструктивной безопасности // Строительная механика и расчет сооружений. 2007. № 1. С. 4–8. EDN: VUFJPI
 7. Туснин, А.Р., Бергер, М.П. Расчет металлической фермы с поврежденными элементами // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 11. С. 35–41. EDN: YOGUNB
 8. Райзер, В.Д. К проблеме живучести зданий и сооружений // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 5. С. 77–78. EDN: PHSFXL
 9. Травуш, В.И., Колчунов, В.И., Леонтьев, Е.В. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в рамках законодательных и нормативных требований // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 2. С. 46–54. EDN: YXLQNV
 10. Травуш, В.И., Федорова, Н.В. Расчет параметра живучести рамно-связевых конструктивных систем // Научный журнал строительства и архитектуры. 2017. № 1 (45). С. 21–28. EDN: YOSIBT
 11. Кодыш, Э.Н. Проектирование защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения с учетом возникновения особого предельного состояния // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 10. С. 95–101. EDN: YNRBNJ
 12. Трекин, Н.Н., Кодыш, Э.Н. Особое предельное состояние железобетонных конструкций и его нормирование // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 5. С. 4–9. EDN: LMCXHX
 13. Келасьев, Н.Г., Трекин, Н.Н., Кодыш, Э.Н., Леонтьев, Е.В., Терехов, И.А., Шмаков, С.Д. Конструктивные решения защиты одноэтажных каркасных зданий от прогрессирующего обрушения // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 3. С. 17–22. EDN: HZUMIM
 14. Алмазов, В.О., Плотников, А.И., Расторгуев, Б.С. Проблема сопротивления зданий прогрессирующему разрушению // Вестник МГСУ. 2015. № 3. С. 4–9. EDN: OUVYJV
 15. Кодыш, Э.Н., Трекин, Н.Н., Чесноков, Д.А. Защита многоэтажных зданий от прогрессирующего обрушения // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 6. С. 8–13. EDN: WAIEHN
 16. Туснина, О.А., Павлов, С.А. Оценка устойчивости к прогрессирующему обрушению каркаса конверторного цеха // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6 (77). С. 114–122. EDN: VXJOYJ
 17. Москалев, М.Б., Горюнов, М.В. К вопросу о регулировании НДС конструкций с учетом прогрессирующего обрушения // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 6 (83). С. 70–76. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-6-70-76. EDN: ECFSSC
 18. Григорьев, С.М. Исследование механизмов формирования напряженно-деформированного состояния элементов каркаса многоэтажного здания при локальном повреждении несущих конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 3. С. 31–44.
 19. Кравченко, Г.М., Труфанова, Е.В., Цуриков, С.Г., Лукьянов, В.И. Расчет железобетонного каркаса здания с учетом аварийного воздействия во временной области // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2. С. 44. EDN: UGRUSN
 20. Подшивалов, И.И. Анализ результатов моделирования напряженного состояния колонн и связей экспериментального здания от прогрессирующего обрушения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 3. С. 180–190. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2022-24-3-180-190>
 21. Гвоздев, А.А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. Москва : Стройиздат, 1949. 280 с.

REFERENCES

1. Zolina, T.V., Tusnin, A.R. Extending of Operation Life of Industrial Building. *Vestnik MGSU*. 2015; (6): 41–49. EDN: TYCWVV (In Russian)

2. Zolina, T.V. Examination Procedure for Building Residual Operation Life. *Vestnik MGSU*. 2014; (11): 98–108. EDN: SZCFRC (In Russian)
3. Borovskiy, D.S. Strength Analysis of Rod Elements of Steel Structures under Multiparameter Loading. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2021; 2(85): 36–41. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-2-36-41. EDN: AWDJXY (In Russian)
4. Gukova, M.I., Iskendirov, V.G., Farfel, M.I. Design, Manufacturing and Installation Errors Leading to Emergency Condition of Industrial Buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013; (10): 25–28. EDN: RIUMRP (In Russian)
5. Eremin, K.A., Matveyushkin, S.A. Risk Analysis of Bearing Structures of Steel Frame Coverings of One-Storey Industrial Buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2011; (3): 16–18. EDN: NDXZTL (In Russian)
6. Karpenko, N.I., Kolchunov, V.I. Conceptual-Methodological Approach to Structural Safety Provision. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2007; (1): 4–8. EDN: VUFJPI (In Russian)
7. Tusnin, A.R., Berger, M.P. Strength Analysis of Metal Truss with Damaged Elements. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018; (11): 35–41. EDN: YOGUHB (In Russian)
8. Raizer, V.D. Toward the Building Robustness. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2012; (5): 77–78. EDN: PHSFXL (In Russian)
9. Travush, V.I., Kolchunov, V.I., Leont'ev, E.V. Building Protection Against Progressive Collapse in Terms of Legal and Regulatory Documents. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019; (2): 46–54. EDN: YOSIBT (In Russian)
10. Travush, V.I., Fedorova N.V. Calculation of Failure Survival of Frame-Truss Structural Systems. *Nauchnyi zhurnal stroitel'stva i arkhitektury*. 2017; 1 (45): 21–28. EDN: YOSIBT (In Russian)
11. Kodysh, E.N. Design Protection of Buildings Against Progressive Collapse, with Respect to Limit State. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018; (1): 95–101. EDN: YNRBNJ (In Russian)
12. Trekin, N.N., Kodysh, E.N. Special Limit State of Reinforced Concrete Structures and its Standardisation. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2020; (5): 4–9. EDN: LMCXHX (In Russian)
13. Kelas'ev, N.G., Trekin, N.N., Kodysh, E.N., Leont'ev, E.V., Terekhov, I.A., Shmakov, S.D. Design Solutions for Protecting Single-Storey Frame Buildings from Progressive Collapse. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2021; (3): 17–22. EDN: HZUMIM (In Russian)
14. Almazov, V.O., Plotnikov, A.I., Rastorguev, B.S. The Problem of Buildings Resistance to Progressive Collapse. *Vestnik MGSU*. 2015; (3): 4–9. EDN: OUVYJV (In Russian)
15. Kodysh, E.N., Trekin, N.N., Chesnokov D.A. Protection of Multi-Floor Buildings from Progressive Collapse. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016; (6): 9–13. EDN: WAIEHN (In Russian)
16. Tusnina, O.A., Pavlov, S.A. Assessment of Resistance to Progressive Collapse of Converter Shop Frame. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2019; 6 (77): 114–122. EDN: BXJOYJ (In Russian)
17. Moskalev, M.B., Goryunov, M.V. Toward Regulation of VAT of Structures with Respect to Progressive Collapse. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2020; 6 (83): 70–76. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-6-70-76. EDN: ECFSSC (In Russian)
18. Grigorshev, S.M. Stress-Strain State Formation Mechanisms in Frame Elements of Multi-Storey Building at Local Damage of Load-Bearing Structures. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksii i sooruzhenii*. 2011; (3): 31–44. (In Russian)
19. Kravchenko, G.M., Trufanova, E.V., Tsurikov, S.G., Luk'yanov, V.I. Strength Analysis of Reinforced Concrete Frame of the Building, with Respect to Possible Collapse Impact. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2015; (2): 44. EDN: UGRUSN (In Russian)
20. Podshivalov, I.I. Three Methods of Progressive Collapse Analysis of Experimental Building Skeleton based on Stress-Strain State of Columns and Joints. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2022; 24 (2): 180–190. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2022-24-3-180-190> (In Russian)
21. Gvozdev, A.A. Strength Analysis of Structures using the Limit Equilibrium Method. Moscow: Stroizdat. 1949. 280 p. (In Russian)

Сведения об авторах

Подшивалов Иван Иванович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ivanpodchivalov@list.ru

Ющубе Сергей Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, sv@tsuab.ru

Тарасов Александр Александрович, канд. техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, tar.a.a@mail.ru

Authors Details

Ivan I. Podshivalov, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, ivanpodchivalov@list.ru

Sergei V. Yushchube, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, sv@tsuab.ru

Aleksandr A. Tarasov, PhD, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, tar.a.a@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.12.2025
Одобрена после рецензирования 29.12.2025
Принята к публикации 01.04.2026

Submitted for publication 15.12.2025
Approved after review 29.12.2025
Accepted for publication 01.04.2026

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

BASES, FOUNDATIONS AND SUBSTRUCTURES

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 226–233.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 226–233.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 624.154.5

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-226-233>

EDN: CYXNIF

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ ПРИ ПОМОЩИ ПНЕВМОВЗРЫВОВ

Дмитрий Геннадьевич Самарин, Владимир Леонидович Устюжанин
*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* Широко известен негативный факт меньшей несущей способности буронабивной сваи по грунту в сопоставлении с несущей способностью забивной сваи. Несущая способность последней может быть на порядок больше буронабивной сваи. Такая разница объясняется тем, что в процессе погружения забивной сваи в околосвайном пространстве формируется уплотненная зона, которая приводит к условному увеличению площади опирания сваи. Таким образом, разработка технологий устройства буронабивных свай с формированием уплотненной околосвайной зоны грунта, безусловно, является актуальной задачей.

Цель. Основной целью представленной работы является описание пневмоимпульсного способа устройства буронабивных свай, который позволяет формировать камуфлетные уширения свайного тела с уплотненным околосвайным грунтом.

Результаты. На основании комплексного анализа недостатков существующих способов устройства буронабивных свай с камуфлетными уширениями предлагается новый высокоэффективный способ устройства камуфлетных уширений буронабивных свай в различных грунтовых условиях.

Ключевые слова: буронабивная свая, камуфлетное уширение, разрядно-импульсная технология, электрохимический взрыв, пневмоимпульсная технология, пневмоимпульсный генератор, пневмовзрыв

Для цитирования: Самарин, Д.Г., Устюжанин, В.Л. Способ изготовления буронабивных свай при помощи пневмовзрывов // Вестник Томского государственного

ного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 226–233. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-226-233>. EDN: CYXHIF

ORIGINAL ARTICLE

MANUFACTURE OF BORED PILES USING PNEUMATIC PULSE TECHNIQUE

Dmitrii G. Samarin, Vladimir L. Ustyuzhanin

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Abstract. Undesired lower soil-bearing capacity of a bored pile against a driven pile is widely known. The bearing capacity of the latter can be an order of magnitude higher than that of the bored pile. This difference is explained by the fact that during the immersion of the driven pile, a compacted zone is formed in the surrounding space, which leads to a conditional increase in the pile support area. Thus, the development of bored pile technologies with the formation of a compacted zone in the surrounding soil, is an urgent task.

Purpose: The purpose of this work is to describe a pneumatic pulse technique for constructing bored piles, which allows forming a blast-enlarged base in the pile and compacted soil zone in its surrounding space.

Research findings: Based on a comprehensive analysis of existing methods of constructing bored piles with blast-enlarged bases, a new highly efficient method is proposed for constructing bored piles in different soil conditions.

Keywords: bored pile, blast-enlarged base, explosive technique, electric discharge technique, electrochemical explosion technique, pneumatic pulse technique, pneumatic pulse generator, pneumatic explosion

For citation: Samarin, D.G., Ustyuzhanin, V.L. Manufacture of Bored Piles using Pneumatic Pulse Technique. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 226–233. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-226-233>. EDN: CYXHIF

Известно, что несущая способность буронабивных свай значительно уступает аналогичному показателю забивных свай. Причина такого различия заключается в формировании уплотненной зоны вокруг забивной сваи в процессе ее погружения, что существенно увеличивает условную площадь опирания сваи на грунт основания. Несущая способность последней может быть на порядок больше, чем у буронабивной сваи.

Существуют различные способы повышения несущей способности буронабивной сваи. Одними из эффективных являются способы, направленные на создание камуфлетных уширений, устраиваемых в результате действия в материале ствола сваи точечной импульсной нагрузки. При этом увеличивается диаметр сваи и в околоствойном пространстве формируется уплотненная зона.

Известны способы устройства камуфлетного уширения буронабивных свай при помощи энергии взрыва взрывчатых веществ [1, 2]. В пробуренную скважину устанавливают заряд взрывчатого вещества (ВВ) и заполняют ее бетонной смесью. Затем производят подрыв заряда ВВ. Вследствие взрыва ВВ генерируемая им взрывная волна и давление образующихся газов раздвигают стенки скважины и создают полость в грунте. Бетонная смесь выдавливает

взрывные газы и заполняет полость. В результате образуется камуфлетное уширение свай с областью уплотненного околосвайного грунта.

Технология увеличения несущей способности свай при помощи взрывчатых веществ не требует значительного повышения трудоемкости работ. Однако эта технология имеет существенные недостатки:

- сложность работы со взрывчатыми веществами;
- риск оставления невзорвавшихся зарядов в свае;
- возможность осуществления только разового взрывного воздействия;
- опасность расхищения взрывчатых веществ.

Наибольшее распространение в области применения свай с камуфлетными уширениями получили способы их устройства при помощи разрядно-импульсных технологий (РИТ) [3].

Основными операциями при устройстве свай-РИТ являются: устройство в грунте скважины; подача в скважину твердеющего электропроводного материала, например бетонной смеси; установка в свайное тело инвентарного электрического разрядника, подключенного к высоковольтному импульсному источнику электрического питания (ГИТ), возбуждение в твердеющем материале свайного тела электрических разрядов.

Производство высоковольтных разрядов в бетонной смеси приводит к возникновению в ней парогазовой полости (ППГ) с избыточным давлением, которое передается через твердеющий материал на стенки скважины. В результате этого по стенкам скважины наносится гидравлический удар, способный совершать механическую работу. Благодаря этой механической работе происходит уширение ствола свайного тела, уплотнение околосвайного грунта и, соответственно, повышение несущей способности свай.

Способ формирования камуфлетных уширений свай по технологии устройства свай-РИТ достаточно эффективен в слабых водонасыщенных грунтах, что объясняется их пониженными прочностными характеристиками. Здесь возможность создания при помощи энергии электрических разрядов последовательных серий гидравлических ударов приводит к формированию развитых камуфлетных уширений буронабивных свай. Однако в относительно прочных грунтах, особенно глинистых, имеющих наибольшее распространение, получение камуфлетных уширений буронабивных свай требуемых размеров, обеспечивающих эффективный рост несущей способности свай по грунту, становится достаточно трудной задачей. Причина этому – значительные потери запасаемой энергии разряда.

Кроме того, следует отметить, что технология устройства свай-РИТ требует использования дорогой специально подготовленной бетонной смеси с гарантией сохранения ее высокой подвижности на протяжении всего периода времени устройства свай.

Также следует отметить, что способ устройства свай при помощи разрядно-импульсных технологий является достаточно небезопасным при работе с большими токами.

Известен способ устройства камуфлетных уширений свай, основанный на применении электрохимического взрыва (ЭХВ) [4]. Способ основан на комбинированной технологии создания импульса давления за счет электрического

разряда и химической реакции специальных составов, вводимых в разрядный промежуток рабочих электродов. Способ устройства свай-ЭХВ включает устройство скважины, подачу в скважину твердеющего электропроводного материала, погружение в свайное тело инвентарного электрического разрядника и подачу в межэлектродное пространство экзотермической смеси. После погружения разрядника до проектной отметки при помощи электрического разряда осуществляют подрыв экзотермической смеси. В результате электрохимического взрыва в зоне действия динамической нагрузки образуется парогазовая полость (ППГ), избыточное давление от которой передается на стенки скважины, создавая камуфлетное уширение с уплотненной зоной околосвайного грунта. Однако подача экзотермической смеси в межэлектродное пространство для выполнения последовательной серии электрохимических взрывов значительно усложняет технологический процесс.

Комплексный анализ существующих методов устройства буронабивных свай при помощи взрывчатых веществ, разрядно-импульсных технологий и электрохимического взрыва (т. е. методов, основанных на использовании взрывных нагрузок для создания уширений свай) показывает, что в качестве источника взрывных нагрузок может быть предложен пневмовзрыв, создаваемый пневмоимпульсным генератором. При этом предлагаемый пневмоимпульсный способ устройства буронабивных свай (свай-ПИТ) [5] лишен вышеописанных недостатков.

Способ изготовления свай-ПИТ включает перечисленные ниже операции.

На первом этапе осуществляется устройство скважины 1 на проектную глубину (рис. 1).

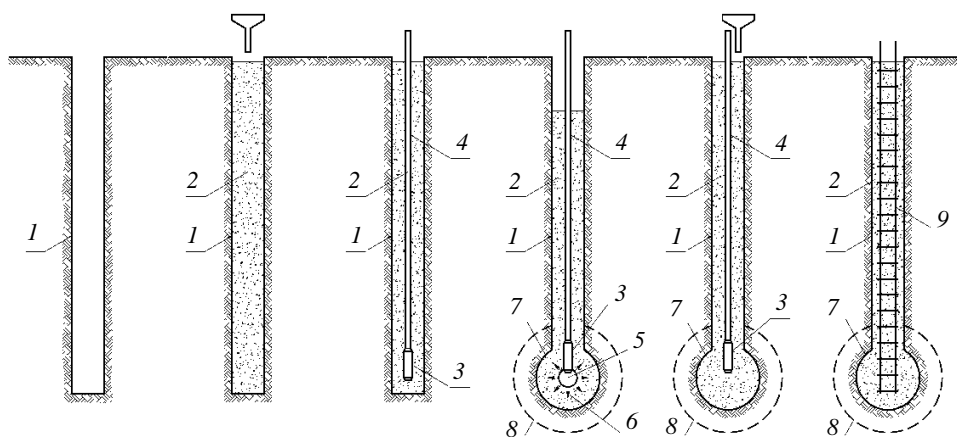


Рис. 1. Схема устройства свай-ПИТ:

1 – скважина; 2 – твердеющий материал свай; 3 – пневмоимпульсный генератор; 4 – штанга с системой подачи сжатого воздуха; 5 – газовая полость; 6 – гидравлические удары в твердеющем материале; 7 – камуфлетное уширение; 8 – зона уплотненного околосвайного грунта; 9 – арматурный каркас

Fig. 1. Schematic of pneumatic pulse technique:

1 – borehole; 2 – hardening pile material; 3 – pneumatic pulse generator; 4 – rod with compressed air supply system; 5 – gas cavity; 6 – hydraulic shocks in the hardening material; 7 – blast-enlarged base; 8 – compacted soil zone around the enlarged base; 9 – reinforcement frame

На втором этапе формируется свайное тело путем заполнения скважины твердеющим материалом 2.

На третьем этапе производят погружение в образованное свайное тело источника гидравлических ударов – пневмоимпульсный генератор 3, соединенный с системой питания через подающий рукав высокого давления 4. Питание сжатым газом (воздухом) осуществляется от компрессора высокого давления (на рис. 1 не показан).

На четвертом этапе выполняют формирование камуфлетных уширений сваи 7 – при помощи пневмоимпульсного генератора с установленного положения производится многократный импульсный ввод в свайное тело объемов сжатого газа (воздуха) 6. От каждого импульса сжатого газа создается гидравлический удар, воздействие от которого через твердеющий материал свайного тела передается на стенки скважины. За счет развития деформаций околосвайного грунта происходит образование полости с локальной уплотненной зоной грунта 8. Образованная полость заполняется осевшим твердеющим материалом свайного тела.

При необходимости формирования нескольких камуфлетных уширений по высоте свайного тела (рис. 2) осуществляется перемещение пневмоимпульсного генератора вдоль свайного тела и создание при его помощи повторных импульсов давления.

На пятом этапе осуществляется извлечение пневмоимпульсного генератора и установка арматурного каркаса 9.

Последовательность указанных операций может быть и иная, не выходящая за рамки описываемого способа устройства сваи. Например, после устройства скважины вначале производят установку пневмоимпульсного генератора, а уже затем заполняют скважину твердеющим материалом. Также до заполнения скважины твердеющим материалом допустимо устанавливать и арматурный каркас, поскольку его наличие не влияет на работу пневмоимпульсного генератора.

Эффективность технологии устройства буронабивных свай-ПИТ обусловлена рядом факторов.

Объем и давление запасаемого рабочего тела в пневмоимпульсном генераторе может достигать значительных величин. Так, энергия одиночного импульса пневмовзрыва при устройстве свай-ПИТ соизмерима с энергией одиночного взрыва в сваях-ВВ. При этом существует возможность производить серию пневмовзрывов.

В отличие от технологии РИТ, где происходят значительные потери запасаемой энергии при ее транспортировке по кабелю к месту разряда и преобразовании в полезную, в технологии ПИТ энергия сжатого газа (воздуха) не требует преобразования и запасается непосредственно в точке производства импульсов.

Для формирования уширений в буронабивных сваях большого диаметра по пневмоимпульсной технологии требуется увеличить энергию импульса. Это осуществляется за счет выполнения простой операции по увеличению объема рабочего тела. В сваях-РИТ из-за больших потерь энергии это сделать довольно проблематично.

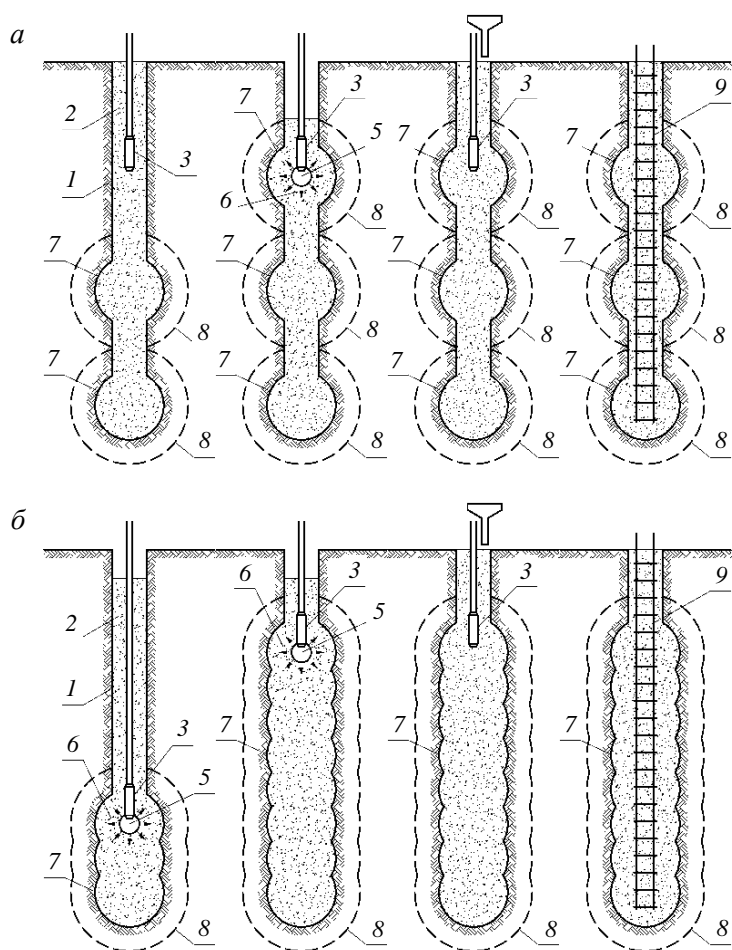


Рис. 2. Схема устройства свай-ПИТ с многоместными камуфлетными уширениями: а – с разреженными многоместными уширениями; б – с непрерывными многоместными уширениями

Fig. 2. Schematic of pneumatic pulse piles with sparse (a) and continuous (b) multi-seat enlarged bases

На основании вышеизложенного можно выделить следующие основные преимущества представленных буронабивных свай-ПИТ:

- большой объем рабочего тела в единичном импульсе;
- большая энергоемкость единичного импульса;
- многоимпульсное воздействие;
- отсутствие значимых потерь энергии и высокий КПД при производстве пневмовзрывов;
- легкая масштабируемость энергии пневмовзрывов.

Таким образом, предлагаемая пневмоимпульсная технология устройства буронабивных свай позволяет экономичным, надежным и безопасным способом добиться эффективного роста несущей способности буронабивных свай в различных грунтовых условиях.

Выводы

На основании вышеизложенного можно констатировать, что задача повышения несущей способности буронабивных свай эффективно решается предлагаемым нами пневмоимпульсным способом их устройства (свай-ПИТ).

Выполненный сравнительный анализ показал, что существующие технологии (с применением ВВ, РИТ и ЭХВ) имеют существенные недостатки – от рисков при работе со взрывчатыми веществами до высоких потерь энергии.

К несомненным достоинствам способа устройства буронабивных свай при помощи пневмовзрывов можно отнести высокую энергоэффективность, технологичность, безопасность и возможность создания свай-ПИТ с заданными параметрами уширения.

Свай-ПИТ открывают новые возможности для устройства экономичных и надежных свайных фундаментов и рекомендуются к практическому применению в строительстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов из буронабивных свай и опор-колонн* / НИИСП Госстроя УССР. Киев : Будівельник, 1985. 80 с.
2. *Указания по проектированию, устройству и приемке фундаментов из буронабивных свай*. РСН-263-74. Киев : НИИСП, 1974. 136 с.
3. *Бахолдин, Б.В., Джантимиров, Х.А.* Новые электроразрядные технологии в геотехническом строительстве // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1998. № 5. С. 47–52.
4. *Джантимиров, Х.А., Крастелев, Е.Г., Крючков, С.А., Нистратов, В.И., Смирнов, П.В.* Геотехническая технология на основе электрохимического взрыва и оборудование для ее реализации // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2005. № 5. С. 17–21.
5. *Патент № 2654097* Российская Федерация, МПК E02D 5/44 (2006.01). Способ изготовления свай : № 2017118933 : заявл. 31.05.2017 : опубл. 16.05.2018 / Самарин Д.Г., Устюжанин В.Л. 16 с.

REFERENCES

1. Design and construction recommendations for foundations from bored piles and column supports. Kiev: Budivelnik, 1985. 80 p. (In Russian)
2. Instructions on design, construction and acceptance of bored pile foundations. RSN-263-74. Kiev: RICP, 1974. 136 p. (In Russian)
3. *Baholdin, B.V., Dzhantimirov, H.A.* New Electric Discharge Technologies in Geotechnical Construction. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 1998 (5): 47–52 (In Russian)
4. *Dzhantimirov, H.A., Krastelev, E.G., Kryuchkov, S.A., Nistratov, V.I., Smirnov, P.V.* Geotechnical Technology and Equipment Based on Electrochemical Explosion. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2005 (5): 17–21 (In Russian)
5. *Samarin, D.G., Ustjuzhanin, V.L.* Method of Pile Manufacturing. Russ. Fed. Patent N 2654097. 2018. 16 p. (In Russian)

Сведения об авторах

Самарин Дмитрий Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, sdgsamara@mail.ru

Устюжанин Владимир Леонидович, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, uv177@mail.ru

Authors Details

Dmitrii G. Samarin, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, sдgsamara@mail.ru

Vladimir L. Ustyuzhanin, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, uv177@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.01.2026
Одобрена после рецензирования 03.02.2026
Принята к публикации 18.02.2026

Submitted for publication 27.01.2026
Approved after review 03.02.2026
Accepted for publication 18.02.2026

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 234–242.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 234–242.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 9.666.7.017

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-234-242>

EDN: XNOCWR

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПУТЕМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ИСХОДНОГО ЦЕМЕНТА И ЖИДКОСТИ ЗАТВОРЕНИЯ

Дмитрий Александрович Афанасьев¹, Александр Викторович Рубанов²,
Николай Петрович Горленко², Юрий Сергеевич Саркисов²,
Бекзотбек Дониёрбек Султонов²

¹ООО «Научно-исследовательская организация “Сибур-Томскнефтехим”»,
г. Томск, Россия

²Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена тем, что повышение эксплуатационных характеристик цементного камня остается одной из ключевых задач современного строительного материаловедения, несмотря на многолетнюю историю изучения цементных систем.

Цель работы состоит в изучении влияния химической добавки и ультразвуковой активации жидкости затворения на прочность и другие эксплуатационные характеристики цементного камня. В ходе исследования использовали цементы двух марок – ЦЕМ I 52,5Н и ЦЕМ II/A 42,5Б, а также индивидуальные клинкерные минералы (C₃S, C₂S, C₃A, C₄AF) заводского изготовления (производство РФ).

Методы. Испытания на прочность при сжатии выполняли на образцах-кубиках размером (10×10×10)10⁻³ м в установленные сроки структурообразования. Распределение частиц по размерам анализировали с помощью лазерного анализатора Horiba LA-950, а дифрактограммы продуктов твердения и исходных веществ снимали на приборе Shimadzu XRD-7000. Ультразвуковую активацию воды проводили на установке УЗТА-0,15/22-ОСу. В качестве химической добавки применяли нанодисперсный оксид кремния и микродисперсный карбонат кальция в соотношении 1:2, вводя ее в цементное тесто в количестве 10 % от массы цемента.

Результаты исследования подтвердили, что гидравлическая активность цемента возрастает с повышением его марки. Установлено также, что ультразвуковая обработка жидкости затворения активирует воду по отношению к цементу. Наиболее значимый эффект достигнут при совместном модифицировании цемента и воды: прочность цементного камня увеличилась на 15–30 %. Полученные данные открывают перспективы для оптимизации составов цементных композиций и повышения эксплуатационных свойств строительных материалов.

Ключевые слова: цемент, клинкерные минералы, цементный камень, прочность, жидкость затворения, химическая добавка, ультразвуковая активация, дифрактограмма

Для цитирования: Афанасьев, Д.А., Рубанов, А.В., Горленко, Н.П., Саркисов, Ю.С., Султонов, Б.Д. Повышение прочности цементного камня путем физико-химической активации исходного цемента и жидкости затворения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 234–242. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-234-242>. EDN: XNOCWR

ORIGINAL ARTICLE

STRENGTH IMPROVEMENT OF HYDRATED CEMENT BY PHYSICOCHEMICAL ACTIVATION OF INITIAL CEMENT AND MIXING WATER

Dmitriy A. Afanasyev¹, Aleksandr V. Rubanov², Nikolai P. Gorlenko², Yuri S. Sarkisov², Bekzodbek D. Sulonov²

¹*Sibur-Tomskneftekhim Research Organization Limited Liability Company, Tomsk, Russia*

²*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

Abstract. Purpose: The purpose of this work is to study the effect from the chemical additive and ultrasonic treatment of mixing water on strength and other performance characteristics of hydrated cement. Cements CEM I 52.5N and CEM II/A 42.5B are used and factory-made individual clinker minerals (C3S, C2S, C3A, C4AF) manufactured in the Russian Federation.

Methodology/approach: Compression strength testing is conducted on cubic samples with a size of $(10 \times 10 \times 10) 10^{-3}$ m. The particle size distribution is analyzed by a Horiba LA 950 laser analyzer. XRD patterns of curing products and starting materials are obtained by a Shimadzu XRD-7000 X-ray Diffractometer. Ultrasonic treatment of mixing water is conducted on a 0.15/22 OS UZTA system. The chemical additive is nanodispersed silicon oxide and microdispersed calcium carbonate taken in the ratio of 1:2, which is added to the cement paste in the amount of 10 wt. %.

Research findings: It is confirmed that the cement hydraulic activity grows with its increasing grade. It is found that ultrasonic treatment of mixing water activates water with respect to cement. The most significant effect is achieved with the joint modification of cement and water: the strength of hydrated cement increases by 15–30 %.

Value: The obtained data open up prospects for optimizing the cement composition and improving operational properties of building materials.

Keywords: cement, clinker mineral, hydrated cement, strength, mixing water, chemical additive, ultrasonic treatment, X-ray diffraction

For citation: Afanas'ev, D.A., Rubanov, A.V., Gorlenko, N.P., Sarkisov, Yu.S., Sulonov, B.D. Strength Improvement of Hydrated Cement by Physicochemical Activation

of Initial Cement and Mixing Water. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 234–242. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-234-242>. EDN: XNOCWR

Введение

Повышение эксплуатационных характеристик цементного камня, несмотря на многолетнюю историю изучения цементных систем, до сих пор является одной из актуальных задач современного строительного материаловедения [1, 2, 3]. В настоящей работе изучено влияние химической добавки и ультразвуковой активации жидкости затворения на прочность и другие эксплуатационные характеристики цементного камня. В качестве сравнения структур твердения были выбраны два вида цементов различных марок, а также образцы цементного камня, полученные на основе индивидуальных клинкерных минералов заводского изготовления (производство РФ).

В качестве объектов исследования использовали цементы двух марок: ЦЕМ I марки 52,5Н и ЦЕМ II/A марки 42,5Б, а также индивидуальные клинкерные минералы C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF . Испытания на прочность при сжатии исследуемых образцов выполняли в установленные сроки структурообразования на образцах-кубиках размером $(10 \times 10 \times 10) 10^{-3}$ м. Распределение по размерам частиц цементов и индивидуальных клинкерных минералов проводили методом лазерного анализатора размера частиц HORIBA LA-950 [4]. Дифрактограммы продуктов твердения и исходных веществ снимали на приборе Shimadzu XRD-7000 [5]. Ультразвуковую активацию воды проводили на приборе УЗТА-0,15/22-ОСу. В качестве химической добавки использовали нанодисперсный оксид кремния и микродисперсный карбонат кальция в соотношении 1:2. В цементное тесто добавку вводили в количестве 10 % от массы цемента.

Результаты исследования

На рис. 1–6 представлены результаты лазерного гранулометрического анализа.

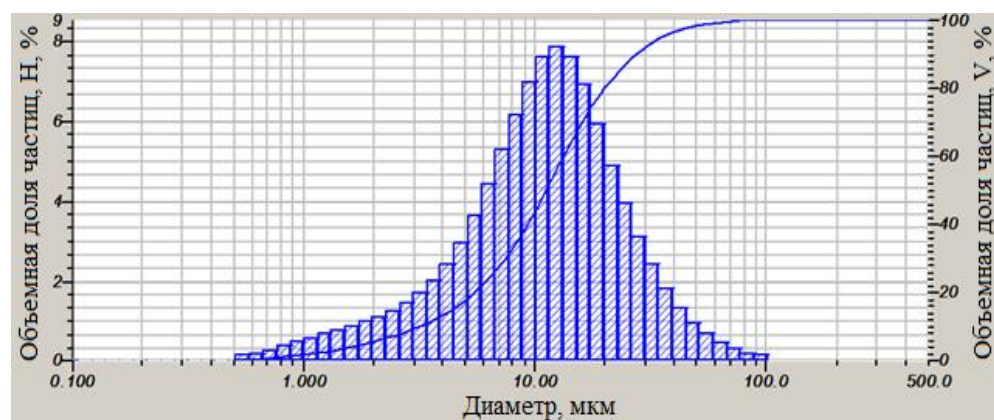


Рис. 1. Распределение размеров частиц образца цемента ЦЕМ II/A 42,5Б
Fig. 1. Particle size distribution of CEM II/A 42.5B cement sample

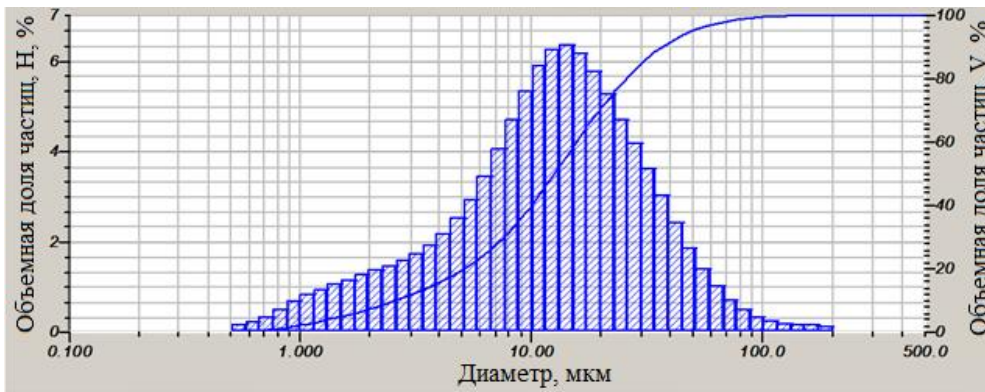


Рис. 2. Распределение размеров частиц образца цемента ЦЕМ I 52,5Н
 Fig. 2. Particle size distribution of CEM I 52.5N cement sample

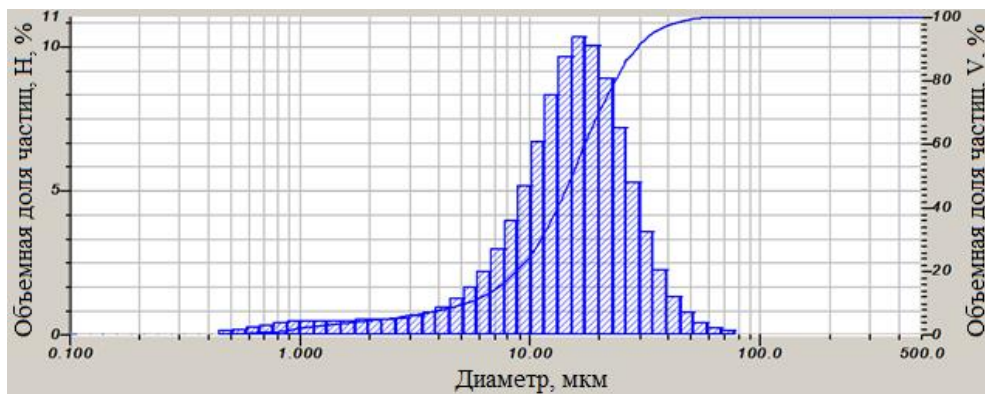


Рис. 3. Распределение размеров частиц минерала C₃S
 Fig. 3. Particle size distribution of C₃S mineral

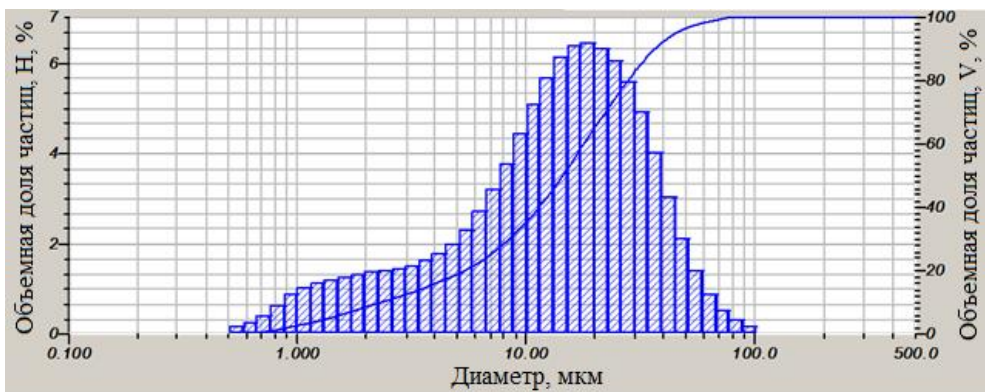
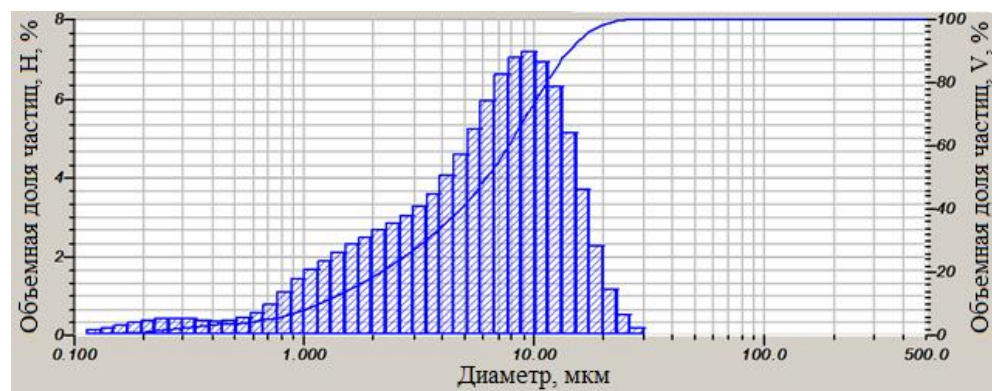
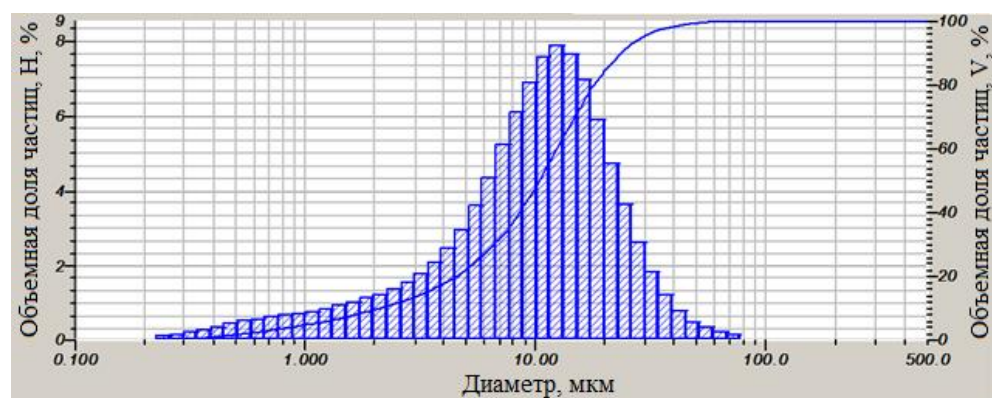


Рис. 4. Распределение размеров частиц минерала C₂S
 Fig. 4. Particle size distribution of C₂S mineral

Рис. 5. Распределение размеров частиц минерала C_3A Fig. 5. Particle size distribution of C_3A mineralРис. 6. Распределение размеров частиц минерала C_4AF Fig. 6. Particle size distribution of C_4AF mineral

Как видно из рис. 1, 2, характеристический размер частиц находится в диапазоне 10–20 мкм, что обеспечивает основные закономерности процессов гидратации цемента.

Распределение частиц по размерам индивидуальных клинкерных минералов представлено на рис. 3–6.

Как видно из рис. 5, гистограмма трехкальциевого алюмината в отличие от других минералов (рис. 3, 4, 6) глубоко захватывает нанообласть. Этот факт является еще одним доказательством того, что C_3A обладает самой высокой реакционной способностью по отношению к воде. В результате взаимодействия с жидкостью затворения выделяется 200 Дж на 1 г минерала тепловой энергии.

Дифрактограммы образцов цемента представлены на рис. 7, 8.

Большую долю на представленных дифрактограммах занимает так называемая аморфная фаза (рис. 7, 8). При этом цементы более высокого класса характеризуются большей рентгеноаморфной долей в исходном порошкообразном состоянии. От соотношения рентгеноаморфной и кристаллической фаз зависит реакционная способность цемента и поведение фаз в процессе структурообразования.

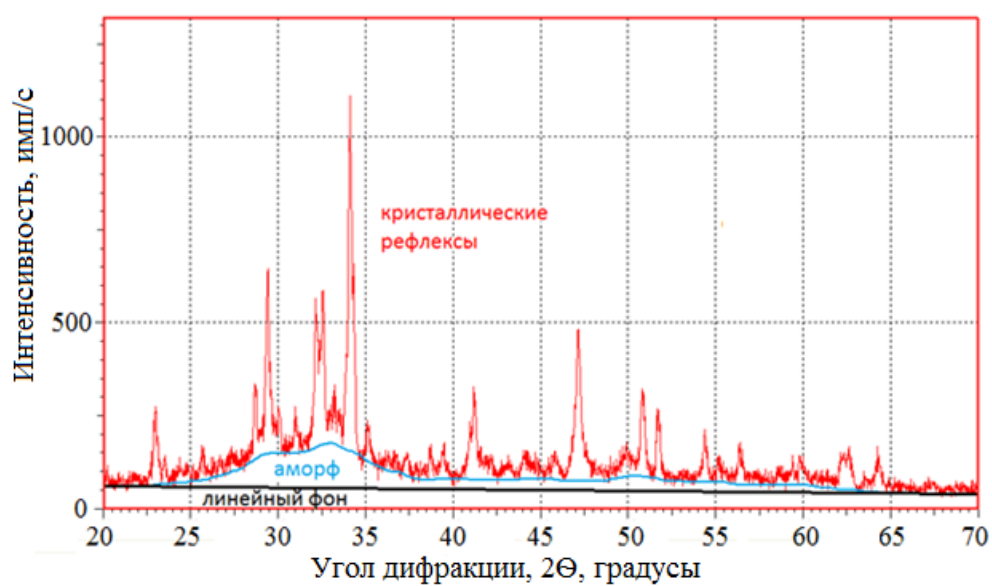


Рис. 7. Дифрактограмма образца цементного камня ЦЕМ II/A 42,5Б
Fig. 7. XRD pattern for hydrated CEM II/A 42.5B cement sample

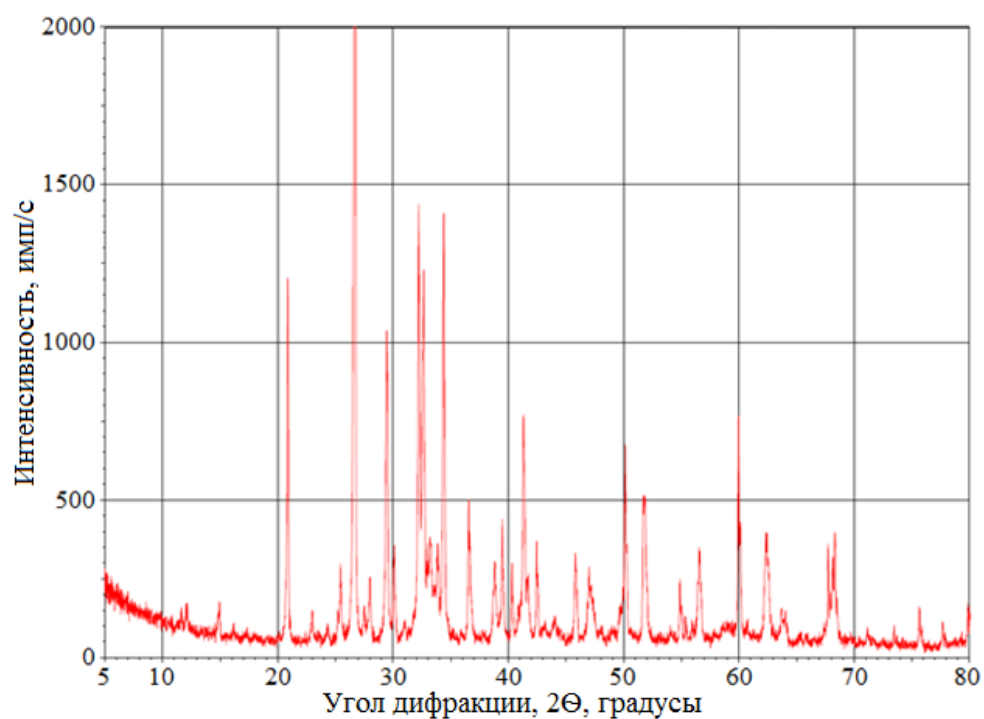


Рис. 8. Дифрактограмма образца цементного камня ЦЕМ I 52,5Н
Fig. 8. XRD pattern for hydrated CEM I 52.5N cement sample

Результаты определения прочности структур твердения для двух исследуемых типов цементов, модифицированных химической добавкой и обработанных ультразвуком, представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

**Прочность при сжатии σ (МПа) модифицированной системы
цемент ЦЕМ I 52,5Н – вода**

Table 1

Compressive strength (MPa) of the modified CEM I 52.5N–water system

Цементный камень	Прочность образцов, МПа, в зависимости от времени твердения, сут			
	1	3	7	28
Контроль	25,0	37,5	47,5	55,0
Химическая добавка	27,5	42,5	52,5	67,5
УЗ-активация	32,5	47,5	57,5	60,0
Совместное модифицирование	47,5	52,5	62,5	72,5

Таблица 2

**Прочность при сжатии σ (МПа) модифицированной системы
цемент ЦЕМ II/A 42,5Б – вода**

Table 2

Compressive strength (MPa) of the modified CEM II/A 42.5B –water system

Цементный камень	Прочность образцов, МПа, в зависимости от времени твердения, сут			
	1	3	7	28
Контроль	19,5	22,5	32,5	45,0
Химическая добавка	22,5	27,5	37,5	47,5
УЗ-активация	25,0	32,5	42,5	50,0
Совместное модифицирование	27,5	37,5	47,5	52,5

Как следует из данных табл. 1 и 2, совместное модифицирование цементной системы химической добавкой и УЗ-активацией воды приводит к повышению прочности на 15–30 % по сравнению с контрольными образцами. При этом чем больше активность цемента, тем выше прирост прочности образцов, что согласуется с данными ряда научных работ [6, 7].

Заключение

На образцах разных марок цемента различной активности показано влияние на свойства цементного камня добавки одной и той же природы и активации воды ультразвуком. Установлено, что механизм повышения прочности цементного камня заключается в увеличении реакционной способности цемента по отношению к воде путем воздействия ультразвуком на воду и модифицирования цемента химической добавкой. Результаты экспериментальных исследований показали, что совместное модифицирование цементной системы комплексной химической добавкой (нанодисперсный оксид кремния и микродисперсный

карбонат кальция) и активация воды затвердения ультразвуком приводят к повышению прочности на 15–30 % в зависимости от марки цемента по сравнению с контрольными образцами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецова, Т.В., Кудряшов, И.В., Тимашев, В.В. Физическая химия вяжущих веществ. Москва : Высшая школа, 1989. 384 с.
2. Пащенко, А.А. Теория цемента. Киев : Будівельник, 1991. 168 с.
3. Bullard, J.W., Jennings, H.M., Livingston, R.A., Nonat, A., Scherer, G.W., Schweitzer, J.S., Scrivener, K.L., Thomas, J.J. Mechanisms of cement hydration // *Cement and Concrete Research*. 2011. V. 41. P. 1208–1223. <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONRES.2010.09.011>
4. Suherman, Ph.M., Riessen, A., O'Connor, B., Li, D., Bolton, D., Fairhurst, H. Determination of amorphous phase levels in Portland cement clinker // *Powder Diffraction*. 2002. V. 17. P. 178–185. <https://doi.org/10.1154/1.1471518>
5. De La Torre, A.G., Bruque, S., Aranda, M.A.G. Rietveld quantitative amorphous content analysis // *Journal of Applied Crystallography*. 2001. V. 34. № 2. P. 196–202. <https://doi.org/10.1107/S0021889801002485>
6. Хмелев, В.Н., Хмелев, С.С., Голых, Р.Н., Шалунов, А.В. Ультразвуковая кавитационная обработка вязких и дисперсных жидких сред // *Ползуновский вестник*. 2014. Т. 2. № 4. С. 110–114. EDN: TUYTEX
7. Лотов, В.А., Сударев, Е.А., Иванов, Ю.А. Тепловыделение в системе цемент-вода при гидратации и твердении // *Строительные материалы*. 2011. № 11. С. 35–37. EDN: OOKVUF

REFERENCES

1. Kuznetsova, T.V., Kudryashov I.V., Timashev V.V. Physical Chemistry of Binders. Moscow: Vysshaya shkola, 1989. 384 p. (In Russian)
2. Pashchenko, A.A. Theory of Cement. Kyiv: Budivelnik, 1991. 168 p. (In Russian)
3. Bullard, J.W., Jennings, H.M., Livingston, R.A., Nonat, A., Scherer, G.W., Schweitzer, J.S., Scrivener, K.L., Thomas, J.J. Mechanisms of cement hydration. *Cement and Concrete Research*. 2011; 41: 1208–1223. <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONRES.2010.09.011>
4. Suherman, Ph.M., Riessen, A., O'Connor, B., Li, D., Bolton, D., Fairhurst, H. Determination of Amorphous Phase Levels in Portland Cement Clinker. *Powder Diffraction*. 2002; 17: 178–185. <https://doi.org/10.1154/1.1471518>
5. De La Torre, A.G., Bruque, S., Aranda, M.A.G. Rietveld Quantitative Amorphous Content Analysis. *Journal of Applied Crystallography*. 2001; 34(2): 196–202. <https://doi.org/10.1107/S0021889801002485>
6. Khmelev, V.N., Khmelev, S.S., Golykh, R.N., Shalunov, A.V. Ultrasonic Cavitation Treatment of Viscous and Dispersed Liquid Media. *Polzunovskii vestnik*. 2014; 2(4): 110–114. EDN: TUYTEX (In Russian)
7. Lotov, V.A., Sudarev, E.A., Ivanov, Yu.A. Heat Generation in Cement-Water System during Hydration and Hardening. *Stroitel'nye materialy*. 2011 (11): 35–37. EDN: OOKVUF (In Russian)

Сведения об авторах

Афанасьев Дмитрий Александрович, генеральный директор, ООО «НИОСТ», 634067, г. Томск, Кузовлевский тр., 2, rubal06@yandex.ru

Рубанов Александр Викторович, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, rubanov@tsuab.ru

Горленко Николай Петрович, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, gorlen52@mail.ru

Саркисов Юрий Сергеевич, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, sarkisov@tsuab.ru

Султонов Бекзотбек Дониёрбек, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, rubal06@yandex.ru

Authors Details

Dmitry A. Afanasyev, Director General, ООО “NIOST”, 2, Kuzovlevsky Tract, 634067, Tomsk, Russia, rubal06@yandex.ru

Aleksandr V. Rubanov, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, rubanov@tsuab.ru

Nikolay P. Gorlenko, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, gor-len52@mail.ru

Yuri S. Sarkisov, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, sarkisov@tsuab.ru

Bekzodbek D. Sultonov, Graduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, rubal06@yandex.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.12.2025
Одобрена после рецензирования 15.03.2026
Принята к публикации 18.03.2026

Submitted for publication 22.12.2025
Approved after review 15.03.2026
Accepted for publication 18.03.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 243–255.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 243–255.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 691.542

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-243-255>

EDN: BFSVFP

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ АНТИПИРЕНА НА СТРУКТУРУ И СОСТАВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ТОРФОВЕРМИКУЛИТОВОГО МАТЕРИАЛА

**Динара Сергеевна Горкольцева, Наталья Олеговна Копаница,
Александр Иванович Кудяков**

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* Организация производства современных теплоизоляционных материалов на базе местных сырьевых ресурсов может стать перспективным направлением развития торфяной промышленности.

Цель: анализируется влияние добавки фосфатсодержащего антипирена «Полиизомат А» на структурные и химические свойства торфовой вермикулитовой теплоизоляционной композиции, а также его горючесть. В ходе проведенных экспериментов выявлены изменения в морфологии, химическом составе и тепловых свойствах образцов. Полученные данные позволяют оценить эффективность использования антипирена для повышения огнестойкости и улучшения эксплуатационных характеристик теплоизоляционных материалов на основе торфовой вермикулитовой композиции.

Результаты. Установлено, что модификация композиции на основе солей аммония способствует повышению огнестойкости и снижению скорости теплового разложения без существенного ухудшения теплоизоляционных свойств. Определены оптимальные концентрации антипирена, обеспечивающие баланс между прочностными характеристиками и показателями пожарной безопасности.

Ключевые слова: торф, вермикулит, торфовой вермикулитовой материал, антипирен, фосфатсодержащий антипирен, теплоизоляционные материалы на основе торфа, торфовой вермикулитовой композиция

Для цитирования: Горкольцева, Д.С., Копаница, Н.О., Кудяков, А.И. Оценка влияния добавки антипирена на структуру и состав теплоизоляционной торфовой вермикулитовой композиции // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 243–255. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-243-255>. EDN: BFSVFP

ORIGINAL ARTICLE

INFLUENCE OF FIRE RETARDANT ON STRUCTURE AND COMPOSITION OF PEAT-VERMICULITE HEAT INSULATING MATERIAL

Dinara S. Gorkoltseva, Natalya O. Kopanitsa, Aleksandr I. Kudyakov
Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Abstract. Purpose: The aim of the work is to study the effect of phosphate-containing fire retardant Polyisomat A on the structure and chemical properties of peat-vermiculite heat insulating material and its flammability.

Research findings: Experiments show changes in the morphology, chemical composition, and thermal properties of the samples. It is found that the composition modified with ammonium salts improves the fire resistance and reduces the thermal decomposition rate without a significant degradation of thermal insulation properties. The best concentration of the fire retardant is determined to ensure a balance between the strength and fire safety performance.

Practical implications: The obtained data help to evaluate the effectiveness of the fire retardant in enhancing the fire resistance and performance of peat-vermiculite heat insulating material.

Keywords: peat, vermiculite, peat-vermiculite composition, fire retardant, phosphate-containing fire retardant, peat-based heat insulating

For citation: Gorkol'tseva, D.S., Kopanitsa, N.O., Kudyakov, A.I. Influence of Fire Retardant on Structure and Composition of Peat-Vermiculite Heat Insulating Material. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 243–255. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-243-255>. EDN: BFSVFP

Введение

Современные требования к строительным теплоизоляционным материалам включают не только низкую теплопроводность, но и повышенную пожарную безопасность, экологичность и биоустойчивость. Торфвермикулитовые композиции представляют интерес благодаря сочетанию низкой плотности, развитой пористой структуры и доступности сырьевой базы [1–3]. Известно, что органическая составляющая строительных материалов на основе торфа характеризуется повышенной горючестью, что ограничивает область применения материала. Одним из перспективных направлений повышения огнестойкости является введение антипиреновых добавок, способных замедлять процессы термического разложения и способствовать образованию защитного коксового слоя [4–6].

В настоящее время торфяная отрасль России характеризуется сравнительно низкими объемами добычи, несмотря на практически неисчерпаемые запасы торфа. Перспективным направлением развития торфяной промышленности в Сибирском регионе может стать организация производства современных теплоизоляционных материалов на базе местных сырьевых ресурсов. В научной литературе представлены исследования, посвященные созданию теплоизоляционных материалов на основе низинных торфов и отходов деревообрабатывающей промышленности. Особое внимание уделяется разработке стеновых теплоизоляционных изделий на основе торфа с применением различных модифицирующих добавок и наполнителей из древесных отходов.

Анализ опубликованных ранее данных свидетельствует о том, что наиболее распространенным и детально изученным способом получения легких теплоизоляционных материалов из торфа является использование древесных отходов в качестве заполнителя. Данный метод основан на введении опилок в торфяную массу с последующим формованием изделий методом прессования. После прессования сформированные изделия подвергаются процессу сушки для достижения требуемых эксплуатационных характеристик [7–10]. В исследовании [11] в качестве одного из приоритетных направлений совершенствования торфяных композиционных материалов рассматривается применение вермикулита в роли минерального заполнителя. Установлено, что введение вермикулита в состав торфяного вяжущего способствует снижению его горючести, уменьшению усадочных деформаций в процессе сушки и повышению прочностных характеристик готовых изделий. Использование формообразующих фракций вермикулитового заполнителя обеспечивает формирование более стабильной пористой структуры, что позволяет получить композиционный материал с улучшенными теплофизическими показателями, соответствующими современным требованиям по энергосбережению и энергоэффективности.

Целью работы является оценка влияния фосфатсодержащего антипирена на структуру, фазовый состав и эксплуатационные характеристики теплоизоляционного торфовермикулитового материала.

Повышение класса пожарной безопасности торфовермикулитовых композиций достигается за счет введения модифицирующих добавок-антипиренов. В работе [12] показано, что снижение горючести теплоизоляционных изделий может быть обеспечено применением огнезащитных составов на основе водных растворов солей металлов, способствующих ингибированию процессов термического разложения и распространения пламени.

Комплексное использование торфа в качестве связующего компонента и вспученного вермикулита как функционального наполнителя при разработке нового теплоизоляционного материала формирует предпосылки для создания конкурентоспособной продукции строительного назначения. Реализация данного направления может способствовать укреплению промышленного потенциала и повышению социально-экономической значимости региона [13–16].

Материалы и методы

Рассмотрена возможность производства теплоизоляционного материала на основе торфовермикулитовой смеси с добавкой антипирена на основе солей аммония. В работе были использованы сырьевые материалы, соответствующие требованиям нормативных документов.

В качестве сырьевой базы для проведения экспериментальных исследований применялись природные и минеральные компоненты, отвечающие требованиям действующей нормативной документации.

Основным органическим компонентом служил низинный торф месторождений Томской области, соответствующий требованиям ГОСТ 33162–2014, физико-химические и технологические характеристики приведены в табл. 1.

В качестве минерального заполнителя использовался вспученный вермикулит марки ВВТ-200, фракции 0,5–2,0 мм, отвечающий требованиям

ГОСТ 12865–2025. Материал произведен научно-производственным объединением «Завод композиционных строительных материалов» (г. Томск). Основные свойства вермикулита представлены в табл. 2.

Таблица 1

Основные физико-технические характеристики торфов

Table 1

The main parameters of peats

Тип торфа	Зольность, %	Степень разложения, %	Средняя плотность, кг/м ³	Влажность, %	pH
Низинный	36–48	37–44	489	85,1	6,1–6,9
Низинный	16–17	27–35	451	20,3	7,1–7,7
Переходный	8–10	15–20	584	62,8	6,2–6,8

Таблица 2

Основные физико-технические характеристики вспученного вермикулита

Table 2

The main parameters of foamed vermiculite

Показатель	Марка		
	100	150	200
Насыпная плотность, кг/м ³	≤ 100	≤ 150	≤ 200
Коэффициент теплопроводности при 25 °С, Вт/м·К	0,055–0,064	0,060–0,070	0,065–0,076
Массовая доля влаги, %	3	3	4
Температура применения, °С	До 1100		

В качестве модифицирующих добавок в исследуемых композициях применялся антипирен «Полиизомат А» (аммонийфосфатная композиция), соответствующая требованиям ГОСТ 12.1.007–76, основные физико-химические и эксплуатационные характеристики приведены в табл. 3. Выбор минерального заполнителя и модифицирующей добавки обоснован в ранее проведенных исследованиях [12].

Таблица 3

Физико-технические характеристики антипирена

Table 3

The main parameters of fire retardant

Показатель	Характеристика/типичные значения	Примечание
Химическая формула	(NH ₄ PO ₃)	Линейный полифосфат
Степень полимеризации (n)	~20–1000+	Зависит от типа (I или II)
Плотность истинная, г/см ³	1,8–1,9	–
pH (10 % суспензии)	5,5–7,5	Слабокислая/нейтральная среда

Окончание табл. 3
End of table 3

Показатель	Характеристика/ типичные значения	Примечание
Температура начала разложения, °С	240–300	Без плавления
Термостойкость, °С	До 300 (без значительного разложения)	–
Гигроскопичность	Низкая (тип II)	Важна для ЛКМ

Физико-химический анализ полученных образцов осуществлялся с использованием комплекса инструментальных методов. Для идентификации функциональных групп, оценки химического состава и анализа структурных изменений исследуемых образцов применялся метод инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR). Исследования проводились на ИК-Фурье-спектрометре TENSOR 27 (Bruker Optics, Германия).

Для оценки влияния добавки антипирена «Полиизомат А» на огнестойкость торфOVERМИКУЛИТОВОЙ композиции в состав смесей вводили антипирены с разной концентрацией действующего вещества в диапазоне от 0 до 20 % от массы смеси. Эффективность добавки определяли по степени горючести торфOVERМИКУЛИТОВОГО композита, установленной по стандартной методике в соответствии с ГОСТ 16363–98. Исследования были проведены федеральным государственным бюджетным учреждением МЧС России «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы “Испытательная пожарная лаборатория” по Томской области» в рамках экспериментального определения группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов.

Сухие компоненты смешивались до однородного состояния, после чего вводился водный раствор антипирена. Формование осуществлялось методом полусухого прессования при давлении 0,8–1,0 МПа. Сушка образцов проводилась при температуре (60 ± 5) °С до постоянной массы.

Методика основана на измерении потери массы образцов, обработанных антипиреновыми покрытиями или пропиточными составами, при огневом воздействии в условиях, способствующих накоплению тепла. Плотность полученного материала определяли по ГОСТ 17177–94. Прочность образцов при сжатии и изгибе, а также их влажность устанавливали в соответствии с ГОСТ 23789–2018.

Обсуждение результатов

Анализ полученных результатов показал, что наибольший эффект достигается при применении пропиточного состава с концентрацией раствора антипирена «Полиизомат А» 15–18 % [17].

Для обоснования полученных результатов исследований была проведена идентификация функциональных групп, оценка химического состава и анализ структурных изменений исследуемых образцов. Применялся метод инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR).

Были исследованы образцы 1 – торф активированный, 2 – вермикулит вспученный, 3 – торфвермикулитовая смесь, 4 – торфвермикулитовый материал, модифицированный антипиреном 5 % от массы торфа, 5 – торфвермикулитовый материал, модифицированный антипиреном 10 % от массы торфа, 6 – торфвермикулитовый материал, модифицированный антипиреном 15 % от массы торфа, 7 – торфвермикулитовый материал, модифицированный антипиреном 20 % от массы торфа. Полученные данные отражены на рис. 1–7.

В спектре активированного торфа (рис. 1) наиболее интенсивные полосы поглощения принадлежат соединениям с гидроксильными группами (3421 , 1641 см^{-1} – валентные и деформационные колебания соответственно) и группой С–О–С (1058 см^{-1} , валентные колебания), что свидетельствует о присутствии в составе полисахаридов.

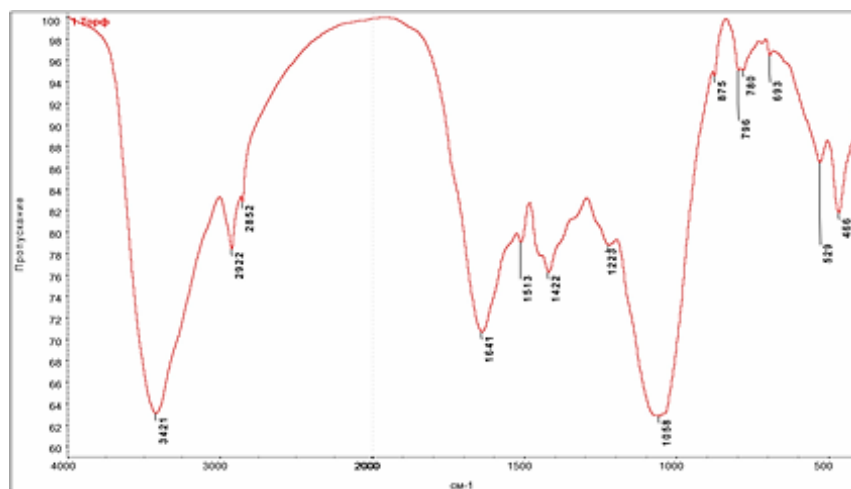


Рис. 1. ИК- спектр активированного торфа
Fig. 1. IR spectrum of activated peat

Валентные колебания метиленовых CH_2 и метильных CH_3 групп находятся в области 2922 и 2852 см^{-1} соответственно. Сигналы в области 1513 , 1422 , 1223 , 796 , 780 , 693 , 529 см^{-1} относятся к различным ароматическим соединениям (например, в составе лигнина, компонента торфа).

В ИК-спектре вспученного вермикулита (рис. 2) присутствуют полосы поглощения, характерные для связи Si–O–Si (валентные колебания – 999 см^{-1} , деформационные колебания – 681 и 455 см^{-1}). Также в области 400 – 600 см^{-1} проявляются колебания связей «металл-кислород».

Сигналы малой интенсивности в области 1341 и 819 см^{-1} свидетельствуют о наличии небольшого количества карбоната (соответственно валентные и деформационные колебания связей в группе).

Полосы поглощения 3439 и 1639 см^{-1} относятся к гидроксильным группам в составе воды (валентные и деформационные колебания). Небольшой пик с максимумом 3714 см^{-1} свидетельствует о присутствии свободной ОН-группы, не связанной водородными связями.

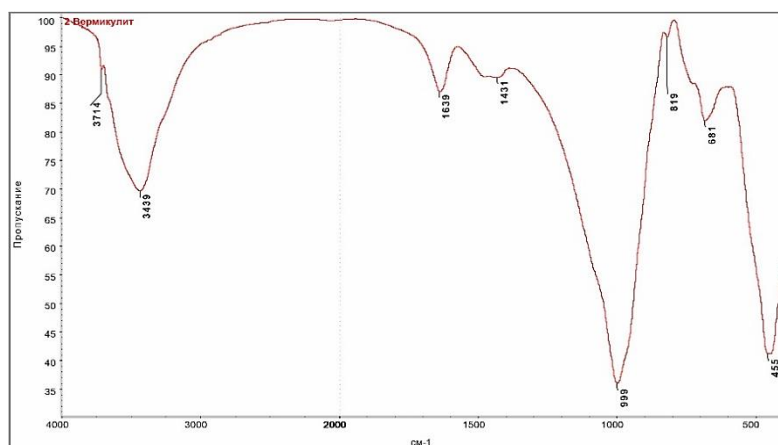


Рис. 2. ИК-спектр вспученного вермикулита
Fig. 2. IR spectrum of foamed vermiculite

В спектре торфовой вермикулитовой смеси (рис. 3) присутствуют полосы поглощения, относящиеся к обоим компонентам. Однако можно отметить, что полоса 999 см^{-1} , характерная для спектра вермикулита, не изменила свою форму и положение максимума в смеси, несмотря на наличие интенсивного сигнала 1058 см^{-1} в спектре торфа, относящегося к полисахаридам. Вероятно, распределение компонентов в торфе может быть неоднородным.

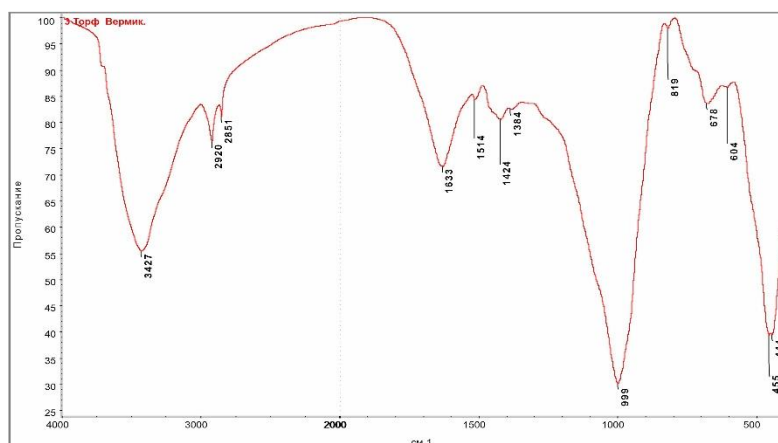


Рис. 3. ИК-спектр торфовой вермикулитовой смеси
Fig. 3. IR spectrum of peat-vermiculite material

Сигналы гидроксильных групп ($3427, 1633\text{ см}^{-1}$ в спектре смеси) также изменены по сравнению со спектрами исходных компонентов, однако их высокая интенсивность свидетельствует о вкладе обоих веществ.

Основные полосы поглощения в ИК-спектре торфовой вермикулитовой смеси, модифицированной антипиреном 5% от массы торфа, относятся к поглощению сульфатных групп (1091 см^{-1} – валентные колебания, 614 см^{-1} – деформационные колебания) и иона аммония NH_4^+ ($3423, 3051\text{ см}^{-1}$ – валентные

колебания, 1415 см^{-1} – деформационные колебания). Пик малой интенсивности в области 2048 см^{-1} может относиться к колебаниям группы CN-.

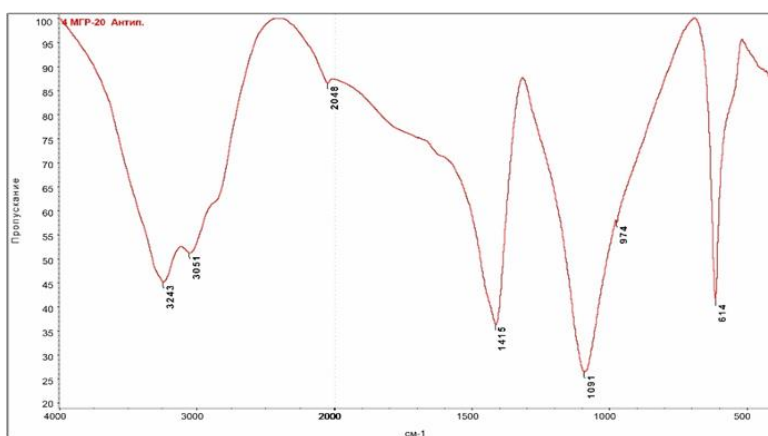


Рис. 4. ИК-спектр торфöverмикулитового материала, модифицированного антипиреном 5 % от массы торфа

Fig. 4. IR spectrum of peat-vermiculite material modified with fire retardant in the amount of 5 % of peat

В спектрах торфöverмикулитовой смеси с добавкой антипирена 10, 15 и 20 % (рис. 5–7) закономерно прослеживается увеличение интенсивности полос поглощения, принадлежащих антипирену. Так, сигнал, принадлежащий сульфатной группе, в ИК-спектре (рис. 5) проявляется в виде плеча на основном пике 1008 см^{-1} , в ИК-спектре (рис. 6) – в виде отдельной полосы 1086 см^{-1} , а в ИК- спектре (рис. 7) интенсивность этой полосы с максимумом 1088 см^{-1} даже превышает интенсивность пика 1010 см^{-1} , относящегося к смеси торфа и вермикулита.

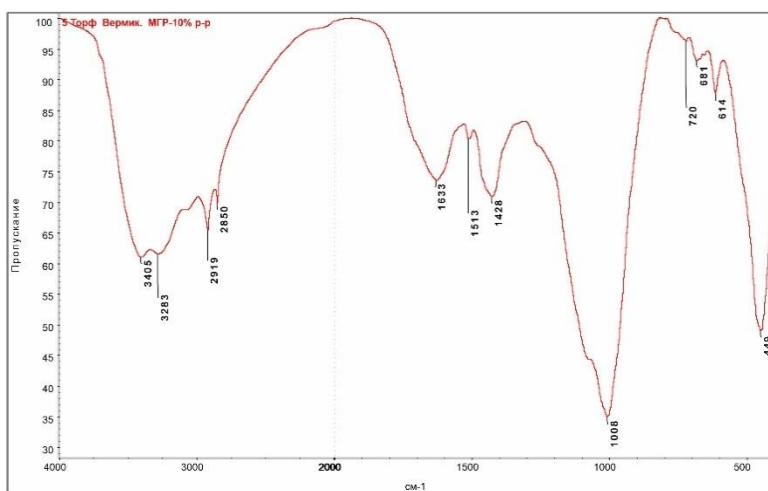


Рис. 5. ИК-спектр торфöverмикулитового материала, модифицированного антипиреном 10 % от массы торфа

Fig. 5. IR spectrum of peat-vermiculite material modified with fire retardant in the amount of 10 % of peat

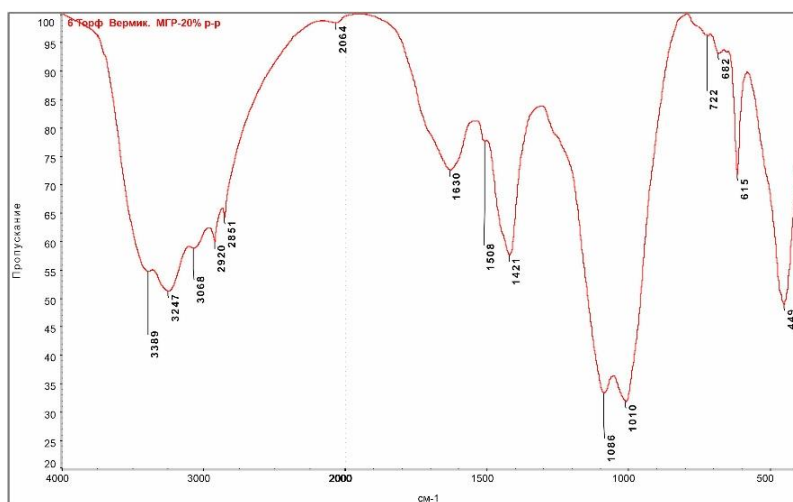


Рис. 6. ИК-спектр торфвермикулитового материала, модифицированного антипиреном 15 % от массы торфа

Fig. 6. IR spectrum of peat-vermiculite material modified with fire retardant in the amount of 15 % of peat

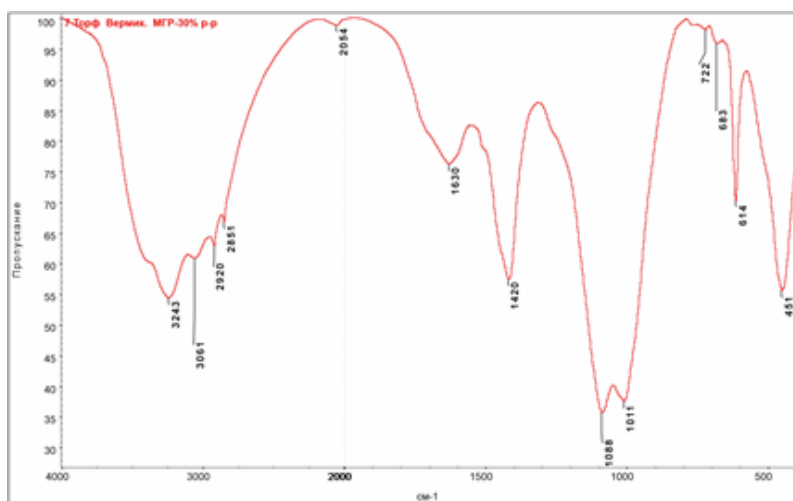


Рис. 7. ИК-спектр торфвермикулитового материала, модифицированного антипиреном 20 % от массы торфа

Fig. 7. IR spectrum of peat-vermiculite material modified with fire retardant in the amount of 20 % of peat

Также заметно увеличение интенсивности пика деформационных колебаний сульфогруппы ($614\text{--}615\text{ см}^{-1}$) по мере нарастания концентрации антипирена в смеси. Полоса поглощения иона аммония 1415 см^{-1} , интенсивная в спектре исходного антипирена, накладывается с полосой 1424 см^{-1} , присутствующей в спектре смеси торфа и вермикулита. В связи с этим в ИК-спектрах (рис. 5–7) данная полоса поглощения антипирена имеет максимум, смещенный

на 1421–1428 см⁻¹, однако увеличение ее интенсивности происходит согласно заданным рецептурам.

Таким образом, по результатам ИК-спектроскопии можно предположить состав вермикулита (водный силикат с примесью карбоната), торфа (полисахариды, ароматические соединения, алифатические соединения с метильными и метиленовыми группами) и антипирена (соединение с сульфатными группами и ионами аммония).

Исходя из полученных результатов установлено, что торф имеет неоднородный состав, поскольку некоторые полосы поглощения, присутствующие в спектре исходного вещества, отсутствуют в спектре смеси торфа и вермикулита. По данным ИК-спектроскопии подтверждается возможность химического взаимодействия антипирена «Полиизомат А» с торфовой вермикулитовой смесью, что особенно заметно при увеличении концентрации антипирена. Соли железа, аммония и фосфора активно взаимодействуют с компонентами торфа. Ключевая реакция происходит между катионом металла (Fe²⁺ или Fe³⁺) и карбоксильными группами, в большом количестве представленными в гуминовых и фульвокислотах, составляющих основу торфа.

Таким образом, химическое взаимодействие является главной причиной, по которой соли металлов работают как антипирены для торфа и других целлюлозосодержащих материалов.

Механизм химического взаимодействия включает в себя следующие процессы:

1. Снижение летучести горючих продуктов пиролиза: образовавшиеся металлоорганические комплексы (гуманаты) при нагревании разлагаются иначе, чем чистая органика. Вместо образования легковоспламеняющихся летучих веществ (метан, формальдегид, угарный газ) происходит интенсивное обугливание (карбонизация). Образуется негорючий углистый остаток (кокс), а не горючие газы.

2. Каталитическое действие: ионы железа являются сильными кислотными катализаторами. Они катализируют реакции дегидратации (отщепления воды) молекул целлюлозы и других компонентов торфа. Это также смещает процесс разложения в сторону образования угля и воды и подавляет образование горючих пиролизных газов.

3. Эффект экранирования: образовавшийся пористый углистый слой (кокс) на поверхности торфа действует как барьер, препятствующий доступу кислорода к неразложившемуся материалу и защищающий его от лучистого тепла.

Выводы

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы: химическое взаимодействие солей железа и других металлов с функциональными группами органики торфа – это ключевой механизм их огнезащитного действия.

Это взаимодействие приводит к изменению пути термического разложения торфа, подавлению горючих паров и стимулированию образования защитного углистого слоя.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Kudyakov, A.I., Kopanitsa, N.O., Kasatkina, A.V., Prischepa, I.A., Sarkisov, J.S.* Foam concrete of increased strength with thermomodified peat additives // IOP Conference Series: Materials

- Science and Engineering. 2015. V. 71. Art. 012012. DOI: 10.1088/1757-899X/71/1/012012. EDN: UEMMWT
2. *Иванов, А.А., Петров, Б.В.* Теплоизоляционные материалы на основе природного сырья. Москва : Стройиздат, 2018. 256 с.
 3. *Копаница, Н.О., Кудяков, А.И., Саркисов, Ю.С., Горленко, Н.П., Калашникова, М.А.* Рациональное использование торфа в строительных технологиях // Строительные материалы. 2007. № 12. С. 32–35. EDN: ICDIQH
 4. *Копаница, Н.О., Ковалева, М.А.* Исследование вяжущих свойств низинных торфов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 4. С. 153–158. EDN: PCQOTN
 5. *Кудяков, А.И., Копаница, Н.О., Саркисов, Ю.С., Завьялов, И.И., Рыжиков, А.Б., Макаревич, М.С.* Модифицированное торфяное вяжущее для эффективных стеновых конструкций // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2003. Т. 46. № 6. С. 27–30.
 6. *Патент № 2273620 С2* Российская Федерация, МПК С04В 38/06, С04В 16/02. Торфодревесная композиция для изготовления теплоизоляционных строительных материалов : № 2004108271/03 : заявл. 22.03.2004 : опубл. 10.04.2006 / Копаница Н.О., Кудяков А.И., Калашникова М.А., Рыжиков А.Б. ; заявитель Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ). EDN: HFQCPH
 7. *Кудяков, А.И., Копаница, Н.О., Завьялов, И.И.* Формирование прочности активированного торфяного вяжущего в торфодревесных композитах // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 7. С. 43–48.
 8. *Горкольева, Д.С., Копаница, Н.О.* Физико-механические свойства легких бетонов на основе гипсовых вяжущих и торфовермикулитовых гранул // Вестник СибАДИ. 2022. № 19 (3). С. 412–421. DOI: 10.26518/2071-7296-2022-19-3-412-421. EDN: RIZZQM
 9. *Горкольева, Д.С., Копаница, Н.О.* Торфовермикулитовые смеси для производства теплоизоляционного гранулированного материала // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23 № 5. С. 93–104. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-5-93-104. EDN: KDEPYI
 10. *Виталова, Н.М.* Эффективные строительные материалы на основе торфа с улучшенными теплотехническими свойствами : специальность 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Виталова Нина Михайловна. Иваново, 2012. 165 с. EDN: QFTKRR
 11. *Пичугин, А.П., Хританков, В.Ф., Смирнова, О.Е.* Строительные материалы из растительного сырья. Новосибирск : НГАУ, 2020. 207 с. EDN: CQZCCS
 12. *Горкольева, Д.С.* Гранулированный материал на основе торфовермикулитовой композиции применительно к деревянным конструкциям зданий // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. С. 29–31. EDN: GPFVYU
 13. *Горкольева, Д.С., Копаница, Н.О.* Гранулированный материал из торфовермикулитовой смеси для легких бетонов // Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 353–358. EDN: RNPWX
 14. *Смирнова, А.И., Дягилева, А.Б.* Влияние различных реагентов на модификацию поверхности древесины // Chronos. 2020. № 5 (44). С. 50–52. EDN: TVLNCS
 15. *Цветков, Н.А., Толстых, А.В., Копаница, Н.О., Цветков, Д.Н., Дорошенко, Ю.Н., Горкольева, Д.С.* Теплозащитные свойства профилированного деревянного бруса с торфовермикулитовым утеплителем // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 2. С. 157–170. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-2-157-170. EDN: NPQPJX
 16. *Горкольева, Д.С.* Исследование и обоснование компонентного состава теплоизоляционного материала на основе торфа применительно к купольному строительству // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. С. 40–42. EDN: XAMNTU

17. Горкольцева, Д.С., Копаница, Н.О., Кудяков, А.И., Саламатин, Б.В. Исследование и разработка композиционного материала на основе торфовермикулитовой смеси с повышенной огнестойкостью // Известия вузов. Строительство. 2023. № 12. С. 5–7. DOI: 10.32683/0536-1052-2023-780-12-5-17. EDN: CQCGYO

REFERENCES

1. Kudyakov, A.I., Kopanitsa, N.O., Kasatkina, A.V., Prischepa, I.A., Sarkisov, J.S. Foam Concrete of Increased Strength with Thermomodified Peat Additives. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2015; 71: 012012.
2. Ivanov, A.A., Petrov, B.V. Thermal Insulation Materials based on Natural Raw Materials. Moscow: Stroyizdat, 2018. 256 p. (In Russian)
3. Kopanitsa, N.O., Kudyakov, A.I., Sarkisov, Yu.S., Gorlenko, N.P., Kalashnikova, M.A. Rational Use of Peat in Construction Technologies. *Stroitel'nye materialy*. 2007; (12): 32–35. (In Russian)
4. Kopanitsa, N.O., Kovaleva, M.A. Binding Properties of Lowland Peats. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2012; (4): 153–158. (In Russian)
5. Kudyakov, A.I., Kopanitsa, N.O., Sarkisov, Yu.S., Zavyalov, I.I., Ryzhikov, A.B., Makarevich, M.S. Modified peat binder for effective wall structures. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Ser.: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*. 2003; 46(6): 27–30. (In Russian)
6. Kopanitsa, N.O., Kudyakov, A.I., Kalashnikova, M.A., Ryzhikov, A.B. Peat-Wood Composite for Manufacturing Heat Insulating Building Materials. Patent Russ. Fed. No. 2273620 C2. 2006. (In Russian)
7. Kudyakov, A., Kopanitsa, N.O., Zavyalov, I.I. Strength Development of Activated Peat Binder in Peat-Wood Composites. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2001; (7): 43–48. (In Russian)
8. Gorkoltseva, D.S., Kopanitsa, N.O. Physical and Mechanical Properties of Lightweight Concrete based on Gypsum Binders and Peat-Vermiculite Granules. *Vestnik SibADI*. 2022; 19(3): 412–421. DOI: 10.26518/2071-7296-2022-19-3-412-421. EDN: RIZZQM (In Russian)
9. Gorkoltseva, D.S., Kopanitsa, N.O. Peat-Vermiculite Compositions for Granulated Material Production. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2021; 23(5): 93–104. (In Russian)
10. Vitalieva, N.M. Effective Peat-Based Building Materials with Improved Thermal Properties. PhD Thesis. Ivanovo State University of Architecture and Civil Engineering, Ivanovo, 2012. Pp. 71–84. (In Russian)
11. Pichugin, A.P., Khritankov, V.F., Smirnova, O.E. Building Materials from Plant Materials. Novosibirsk, 2020. 207 p. EDN: CQZCCS (In Russian)
12. Gorkoltseva, D.S. Granular Material based on Peat-Vermiculite Composition for Wooden Buildings. In: *Proc. 18th Int. Sci. Conf. of Students and Young Scientists 'Prospects of Fundamental Sciences Development'*. Tomsk: TPU, 2021. Pp. 29–31. (In Russian)
13. Gorkoltseva, D.S., Kopanitsa, N.O. Granular Material based on Peat-Vermiculite Mixture for Lightweight Concrete. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Investments, Urban Planning, and Real Estate as Drivers of Socio-Economic Development and Improvement the Life Quality'*. Tomsk: TSUAB, 2021. Pp. 353–358. EDN RNIIWX (In Russian)
14. Smirnova, L.V., Dyagileva, A.B. The Effect of Various Reagents on Wood Surface Modification. *Chronos*. 2020; 5(44): 50–52. EDN: TVLNCJ. (In Russian)
15. Tsvetkov, N.A., Tolstykh, A.V., Kopanitsa, N.O., Tsvetkov, D.N., Doroshenko, Yu.N., Gorkoltseva, D.S. Thermal Protection Properties of Profiled Timber with Peat-Vermiculite Insulation. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26(2): 157–170. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-2-157-170. EDN: NPQPJX (In Russian)
16. Gorkoltseva, D.S. Heat Insulating Peat-Based Composition for Dome Construction. In: *Proc. 18th Int. Sci. Conf. of Students and Young Scientists 'Prospects of Fundamental Sciences Development'*. Tomsk: TPU, 2019. Pp. 40–42. (In Russian)
17. Gorkoltseva, D.S., Kopanitsa, N.O., Kudyakov, A.I., Salamatina, B.V. Composite Material based on a Peat-Vermiculite Mixture with Increased Fire Resistance. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2023; (12): 5–7. DOI: 10.32683/0536-1052-2023-780-12-5-17 (In Russian)

Сведения об авторах

Горколыцева Динара Сергеевна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, gorkoltsevadina-ra@gmail.com

Копаница Наталья Олеговна, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kopanitsa@mail.ru

Кудяков Александр Иванович, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kudyakow@mail.tomsknet.ru

Authors Details

Dinara S. Gorkoltseva, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, gorkoltsevadina-ra@gmail.com

Natalya O. Kopanitsa, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kopanitsa@mail.ru

Aleksandr I. Kudyakov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kudyakow@mail.tomsknet.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.03.2026
Одобрена после рецензирования 02.04.2026
Принята к публикации 02.04.2026

Submitted for publication 17.03.2026
Approved after review 02.04.2026
Accepted for publication 02.04.2026

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ENGINEERING AND CONSTRUCTION OF ROADS, SUBWAYS, AIRDROMES, BRIDGES AND TUNNELS

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 256–267.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 256–267.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 624.21.014.072

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-256-267>

EDN: TFYSWP

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ НЕСУЩИХ БАЛОК МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

Владимир Михайлович Картопольцев

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

ООО «ДИАМОС», г. Томск, Россия

Аннотация. *Актуальность.* Спектральный анализ свободных колебаний балок мостовых пролетных строений является важным инструментом оценки их динамических характеристик и технического состояния. Анализ акселерограмм колебаний, зарегистрированных при ударном воздействии, позволяет выявлять основные частотные составляющие и энергетические особенности колебательного процесса.

Цель работы: анализ трансформации входных сигналов, регистрируемых измерительными устройствами, и выходных реакций конструкций в виде свободных колебаний, а также исследование статистических характеристик их спектральных параметров.

Практическая значимость. Результаты исследования могут быть использованы при диагностике и мониторинге динамического состояния мостовых конструкций на основе анализа их вибрационных характеристик.

Результаты. Выполнен спектральный анализ акселерограмм свободных колебаний балок металлических пролетных строений мостов, полученных в лабораторных и натуральных условиях. Установлено, что энергетический спектр колебаний содержит несколько

узких частотных полос, среди которых выделяются основные энергонесущие области. Определены характерные диапазоны собственных частот колебаний и параметры их затухания. Показано, что использование сегментарного спектрального анализа и вероятностного подхода позволяет оценивать распределение спектральной мощности и выявлять особенности динамической работы балок.

Ключевые слова: спектр, выборка, колебания, акселерограмма, импульс, реализация, удар, частота, амплитуды

Для цитирования: Картопольцев, В.М. Совершенствование спектрального анализа свободных колебаний несущих балок металлических пролетных строений мостов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 256–267. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-256-267>. EDN: TFYSWP

IMPROVEMENT OF SPECTRAL ANALYSIS OF FREE OSCILLATIONS OF LOAD-BEARING BEAMS OF METAL BRIDGE SPANS

Vladimir M. Kartopoltsev

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia,

ООО "DIAMOS", Tomsk, Russia

Abstract. The spectral analysis of free vibrations of bridge spans is an important tool to evaluate their dynamic characteristics and technical condition. The analysis oscilloscope patterns recorded during the impact, allows identifying the main frequency components and energy characteristics of the vibration process.

Purpose: The aim is to analyze the transformation of input signals recorded by measuring devices and structural responses in the form of free vibrations and investigate statistical characteristics of their spectral parameters.

Methodology: The spectral analysis was performed for oscilloscope patterns of free vibrations of metal bridge spans obtained under laboratory and field conditions. Segmental spectral analysis and a probabilistic approach allow to estimate the spectral power distribution and identify the dynamic behavior of beams.

Research findings: It is found that the energy spectrum of vibrations contains several narrow frequency bands, among which there are the main energy-carrying regions. The range of natural frequencies and their damping parameters are determined. Practical implications: Research results can be used in diagnosis and monitoring of the dynamic state of bridges based on the analysis of their vibration characteristics.

Keywords: spectrum, sample, oscillations, oscilloscope pattern, impulse, implementation, impact, frequency, amplitude

For citation: Kartopoltsev, V.M. Improvement of Spectral Analysis of Free Oscillations of Load-Bearing Beams of Metal Bridge Spans. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 256–267. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-256-267>. EDN: TFYSWP

Классический прием спектрального анализа колебаний с использованием временного разложения и преобразования в ряд Фурье основан на преобразовании функций времени и частоты. Текущий спектр определяется как преобра-

зование Фурье, но с переменным верхним пределом интегрирования, в качестве которого используется текущее время сегмента выборки акселерограммы. Общую интегральную функцию запишем в виде

$$f(t) = f(t + n \cdot T), \quad (1)$$

где T – период колебания; n – положительное число гармоник.

При синусоидальной форме колебания балки от одиночного удара грузом функция $f(t)$ (рис. 1) может быть записана в виде

$$f(t) = A_k \cos\left(2\pi k \frac{t}{T} - \varphi_n\right), \quad (2)$$

где A_k – амплитуда колебания; φ_n – начальная функция колебания; k – коэффициент формы колебаний, принимаемый равным 1,11 для полупериода колебания.

Воздействие ударных сил и возникающие ускорения рассматриваются как случайные процессы. При этом параметры импульсных воздействий и характеристики акселерограмм могут изменяться в зависимости от типа импульса и условий регистрации сигналов [1].

Вероятностная модель спектрального анализа основана на положениях теории вероятностей, объясняющих закономерности случайных явлений независимо от их физической природы. Такой подход позволяет выполнять как количественную, так и качественную оценку влияния случайных факторов на параметры колебаний.

Спектральная плотность сегмента выборки акселерограммы выходных параметров колебания как комплексная величина обратного преобразования Фурье состоит из мнимой части спектра и модуля спектра, полученных путем разделения длительности импульсного воздействия от удара на равные интервалы N [2]. При достаточно коротком сегменте импульса $10^{-4} < T \cdot \nu < 10^{-2}$ с комплексный спектр можно считать постоянным и равным площади импульса и выходные реакции системы пропорциональными ее весовой функции $g(t)$ [3]:

$$g(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{p_0} R \cdot e_{p_0} \cos p_0 \cdot t \cdot dp_0, \quad (3)$$

где $0 < p_0 < 1$; $R \cdot e_{p_0} \leq p_0$.

Тогда максимальная величина исходной реакции в виде частоты и ускорения будет равна

$$X_{\max} = F(x) g(t), \quad (4)$$

где $F(x) = \int_0^t X(t) dt$.

$X(t)$ – функция распределения случайных величин спектра свободных колебаний на протяжении сегмента выборки в период времени t .

Производная $F(x) = F'(x)$ непрерывной случайной величины X является плотностью вероятности распределения случайной величины и дифференциальным законом распределения X .

При интегральном законе распределения случайной величины X , задаваемой функцией распределения $F(x)$, величину X_{cp} будем рассматривать как среднее значение случайной величины в пределах i -го интервала сегмента спектра частот. В этом случае среднее значение определяется выражением

$$X_{cp} = \frac{1}{Tix} \int_0^{Tix} X_i dx = \frac{X_{cpi}^{Tix}}{\sum_{i=1}^N X_{cpi}}, \quad (5)$$

где X_{cpi} – относительная величина среднего значения спектральной функции $F(x)$.

Любая выборка спектра частот или ускорения будет характеризоваться параметром среднего значения

$$\varepsilon_{c \min} = Tix = \pi \cdot F(x) \Delta t \approx \frac{\pi}{2}, \quad (6)$$

где $\Delta t \leq \frac{1}{2p_{0cp}}$ – частота спектра средних частот собственных колебаний в пределах сегмента выборки.

Выражение для X_{cp} при обратном преобразовании Фурье принимает вид

$$X_{cp} = \frac{2}{\pi} \Delta p_0 \sum_{i=1}^N p_0 \cdot \varepsilon_{c \min}. \quad (7)$$

Тогда среднее значение случайной величины X_{cp} функции вероятности $F(x)$ и плотности распределения $d(x)$ в сегменте выборки и математическое ожидание m_x определяются зависимостью в виде

$$m_x = \int_{-\infty}^{\infty} X_i \cdot f(x) dx, \quad (8)$$

где m_x – математическое ожидание или среднее значение случайной величины X_i . Эта величина равна

$$m_x = \sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i,$$

где X_i – текущие координаты случайных величин; P_i – вероятность появления случайной величины X_i .

Зависимость между математическим ожиданием m_x и дисперсией случайной величины имеет вид

$$D_x = -m_x^2. \quad (9)$$

Возможное рассеяние значений случайной величины X учитывается среднеквадратичным отклонением σ_x , равным

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}. \quad (10)$$

Для примера, центр рассеяния случайной величины импульсов (рис. 1) колокольного типа $h_2 = 2h_1$ и синусоидального h_1 с математическим ожиданием $m_x = a$ в виде нормального закона распределения случайных величин $f(x)$ запишем в виде

$$\left. \begin{aligned} f(x) &= \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2(x-a)^2}; \\ D_x &= \frac{1}{2h^2}; \sigma_x = \sqrt{D_x} = \frac{1}{h\sqrt{2}}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

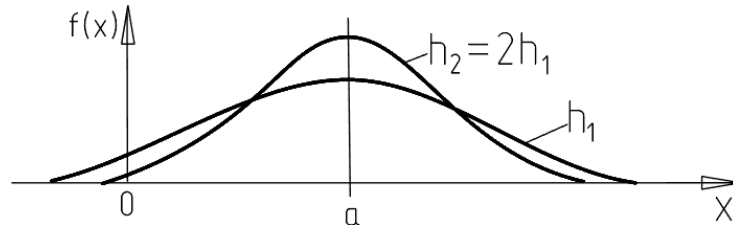


Рис. 1. Центр распределения или центр рассеяния
Fig. 1. Distribution or scattering center

Функция нормальной плотности вероятности распределения $F(x)$ будет иметь вид

$$\left. \begin{aligned} F(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot D_x}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2D_x}}; \\ \text{или } F(x) &= \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}}. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Функция распределения случайной величины X , подчиняющейся нормальному закону, выражается через интеграл вероятности (функцию ошибок) [4]

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^U e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \frac{1}{2} + \Phi_u \left(\frac{(X - m_x)}{\sigma_x} \right). \quad (13)$$

Принимая вероятность отклонения случайных величин сегмента выборки $E_x = \frac{\rho}{n} \approx 0,5$, получаем следующие значения: $\Phi \left(\frac{E_x}{\sigma_x} \right) = 0,25$; $U = \rho\sqrt{2}$; $\rho = 0,4769$.

Тогда вероятность появления случайной величины X_{cp} $P_i = 0,997$ при среднеквадратичном отклонении будет равна $3\sigma_x$, при $P_i = 0,995 - 4\sigma_x$, при $P_i = 0,95 - 2\sigma_x$.

В качестве примера на рис. 2 представлены фрагменты обработки осциллограммы: в линейном и логарифмическом масштабах показаны результаты нормирования спектра мощности колебаний балки от ударного воздействия, сглаженного по $N = 11$ точкам (исходное физическое разрешение спектра – 0,017 Гц).

На рис. 2, б представлен пример разложения исходного спектра мощности на составляющие ее колебания инерции и ускорения в различных полосах частот, отфильтрованных с помощью полосовой цифровой фильтрации. Осцил-

лограмма 1 соответствует полосе частот 1,9–3,0 Гц и отвечает основной энергонесущей области колебаний. Осциллограммы 2, 3 соответствуют полосам частот 2,0–2,25 Гц с пиком $\chi_{\max} = 2,17\text{--}2,38$ Гц.

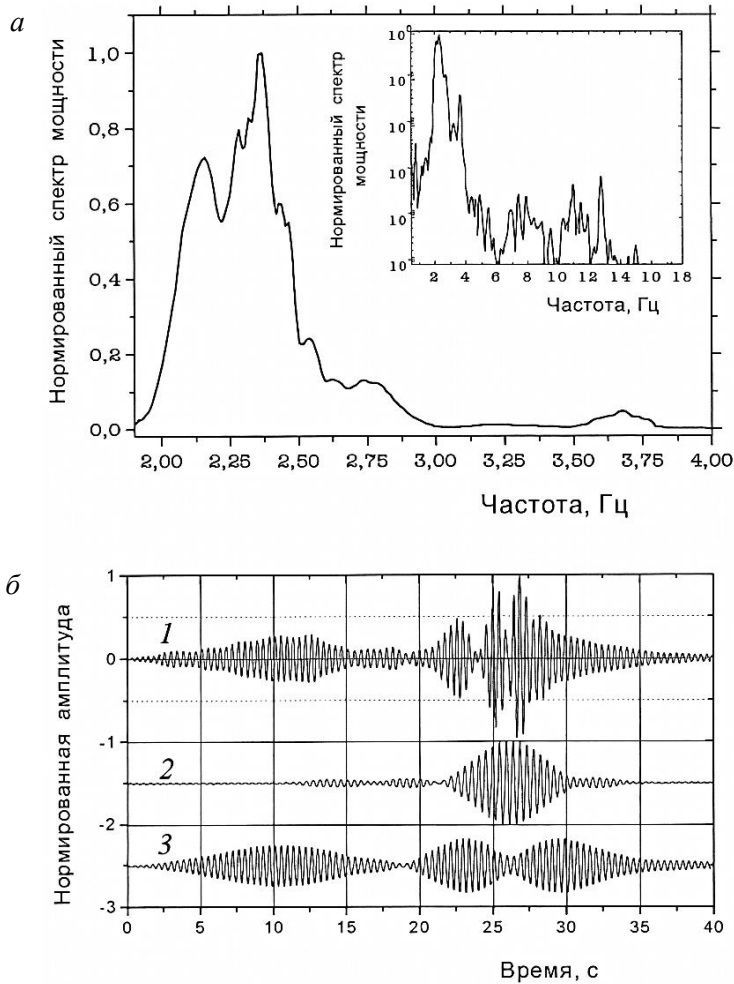


Рис. 2. Фрагменты колебания балок моста:

a – в нормированной мощности в основной полосе частот по оси *x* и в логарифмическом масштабе по оси *y*; *b* – нормированные осциллограммы в различных спектральных полосах: 1 – в полосе частот 1,9–3,0 Гц; 2 – в полосе частот 2,0–2,25 Гц; 3 – в полосе частот 2,25–2,5 Гц

Fig. 2. Beam vibration spectra:

a – normalized power in the main frequency band on the *x*-axis and on a logarithmic scale on the *y*-axis; *b* – normalized oscillogram patterns in different spectral bands: 1 – 1.9–3.0 Hz, 2 – 2.0–2.25 Hz, 3 – 2.25–2.5 Hz

Временные реализации собственных колебаний балок моста в г. Томске (рис. 3, *a*, *b*) и их частотные спектры колебаний (рис. 3, *в*, *г*) показывают, что энергетический вклад собственных колебаний соответствует энергетическому спектру колебаний балок пролетных строений (рис. 4).

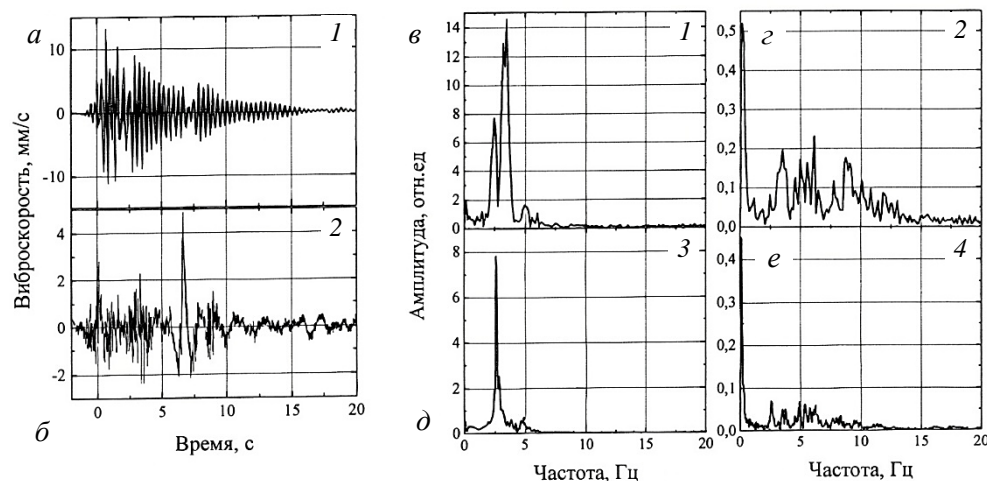


Рис. 3. Временные реализации колебания балок на собственных частотах:
a – e – частотные спектры собственных колебаний балок; 1, 3 – середина пролета;
 2, 4 – в 1/3 пролета

Fig. 3. Time-domain representations of beam vibrations at natural frequencies:
a–f – frequency spectra of natural vibrations of beams: 1, 3 – at span center; 2, 4 – at 1/3 of the span

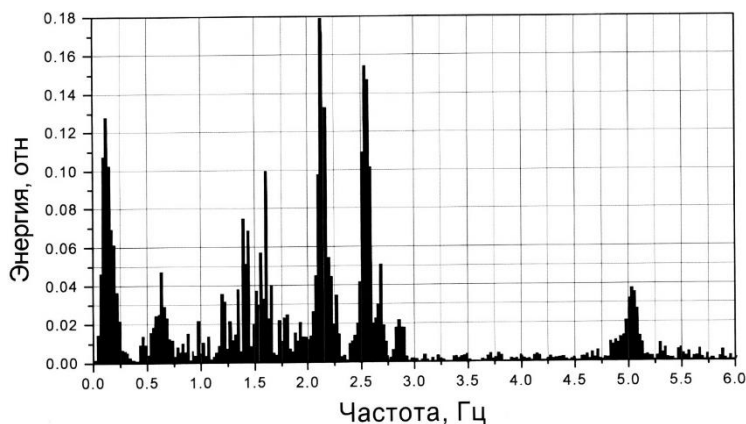


Рис. 4. Энергетическая мощность спектра собственных колебаний балок с учетом инерционности массы

Fig. 4. Energy spectrum of natural vibrations of beams with regard to mass inertia

Из реализации спектра колебаний балок видно, что спектр общей мощности имеет несколько узких частотных полос (см. рис. 3, *в – e*) со следующими максимумами: 0,12; 0,66; 1,3; 2,6; 2,5; 5 Гц. Наиболее мощные спектры лежат в следующих областях: 1,12; 2,1; 2,5 Гц. Основная полоса спектра колебаний с максимумом 0,66 Гц является определяющей в энергетической мощности колебания балок. Результаты аналогичных частотных спектров в режиме свободных колебаний были получены при испытании ряда мостов через р. Нью в Республике Саха (Якутия) [5] (рис. 5).

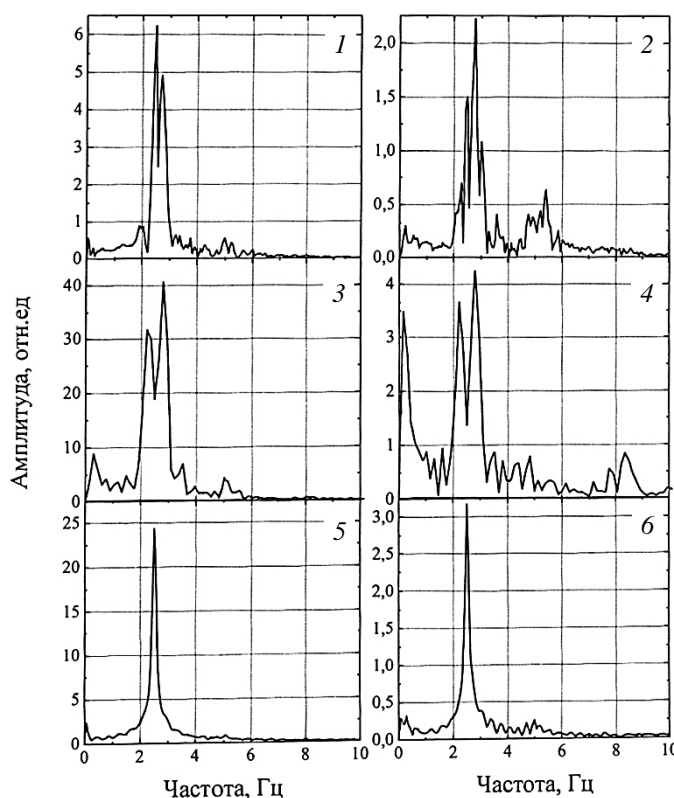


Рис. 5. Частотные спектры свободных колебаний балок автодорожного моста через р. Нью
 Fig. 5. Frequency spectra of free vibrations of bridge beams over the Nyuya River

Спектральный анализ сегментов акселерограмм для балок в режиме свободных колебаний показал, что среднее значение коэффициента затухания составляет $\varepsilon = 0,231$ в 1 с, а логарифмический декремент затухания $\ln \delta = 0,092$. Основная частота собственных колебаний с главными пиками сосредоточена в пределах 2,3–4,1 Гц (период колебаний $T = 0,244–0,435$ с).

Другим примером реализации спектрального анализа служат результаты исследований свободных колебаний балки пролетных строений моста неразрезной системы со схемой 42,5 + 6 · 60 + 42,5 м. На рис. 6 в логарифмическом масштабе приведены нормированные спектры мощности свободных колебаний балки. Нормированные спектры мощности (рис. 6, а, б, рис. 7) анализируются как случайные величины спектра с математическим ожиданием $m_x(t)$ случайной функции $F(x)$.

На рис. 6, б функция когерентности (сплошная линия), а также кроспектр в линейном масштабе (линия с точками) соответствуют собственной частоте колебания (нулевая гармоника), равной 2,93 Гц, т. к. на нее приходится максимум модуля кроспектра. В спектре также наблюдается отчетливый пик на частоте 2,34 Гц, обладающий теми же признаками, что и основной, но уступающий ему по амплитуде более чем в 6 раз. Коэффициент затухания колебаний не превышает $0,2 \text{ с}^{-1}$. В других спектральных диапазонах (рис. 6, в) выде-

ляются полосы частот 2,0–2,7 Гц с центральным пиком 2,34 Гц и 2,7–3,35 Гц с пиком 2,93 Гц.

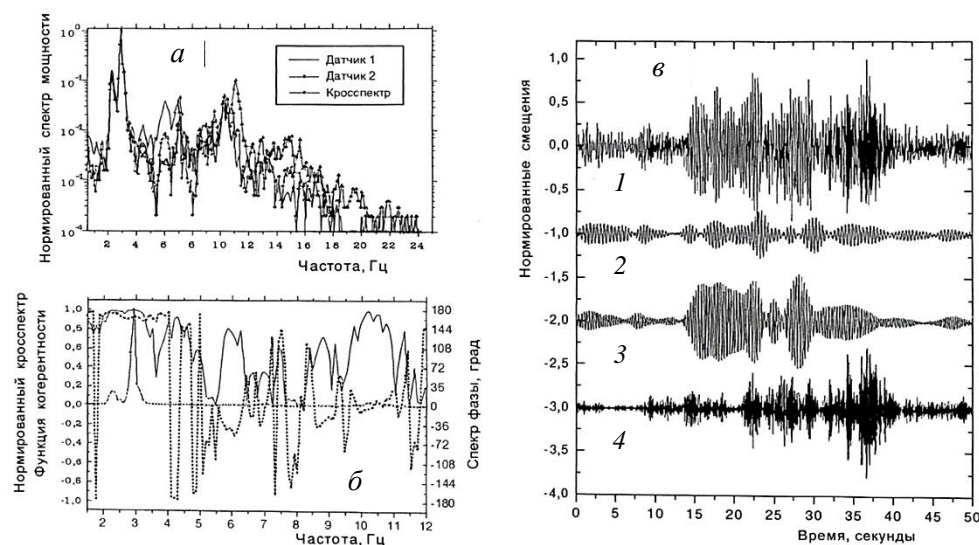


Рис. 6. Нормированные спектры свободных колебаний неразрезной балки:

a – нормированные спектры мощности колебаний балок, а также их взаимный амплитудный спектр (логарифмический масштаб по оси ординат); *б* – нормированный взаимный амплитудный спектр (линия с точками); функция когерентности колебаний (сплошная линия), взаимный фазовый спектр колебаний (точечная линия); *в* – нормированная окселерограмма в различных спектральных полосах: 1 – в полосе 0,5–25 Гц; 2 – полоса 2,0–2,7 Гц; 3 – полоса 2,7–3,35 Гц; 4 – полоса 5–16 Гц, окселерограммы 2, 3 и 4 смещены вниз от нулевой линии для более удобного просмотра

Fig. 6. Normalized spectra of free vibrations of an unseparated beam:

a – normalized power spectra of beam vibrations and their mutual amplitude spectrum (logarithmic scale on *y*-axis); *b* – normalized mutual amplitude spectrum (dotted line); vibration coherence function (solid line), mutual phase spectrum of vibrations (dotted line); *c* – normalized pattern in various spectral bands: 1 – 0.5–25 Hz; 2 – 2.0–2.7 Hz; 3 – 2.7–3.35 Hz; 4 – 5–16 Hz. Oscilloscope patterns 2–4 are shifted downward from zero line for easier viewing

Спектральный анализ показал, что основная генерация собственных колебаний находится в пределах $5 < p_0 < 16$ Гц в диапазонах времени 14–20 с. Усреднение результатов межканального анализа спектра мощности колебаний (рис. 6, *a*) представим в развернутом виде сегмента выборки через одномерную плотность вероятности $f_i(t)$ и математического ожидания действительной величины X ; функции $m_x(t)$ (рис. 7).

Рассмотрим сегмент выборки спектра свободных колебаний, содержащий $n = 13$ всплесков. Требуется определить вероятность события A , которая характеризует плотность распределения случайных величин частот в данном сегменте. Эта вероятность служит показателем усредненного значения свободных колебаний и отражает частоту появления всплесков на интервале времени t . Математическое ожидание при этом определяется зависимостью

$$m_x(t) = p^* = \frac{\sum A}{n}, \quad (14)$$

где $\sum A$ – сумма всплесков, мм; $n = 13$ – количество всплесков в сегменте выборки $m_x(t) = 0,8$ мм.

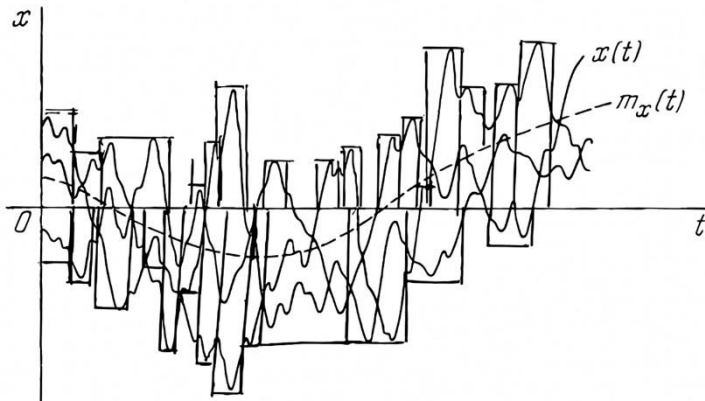


Рис. 7. Сегментарное представление зависимости $x(t)$ от $m_x(t)$
 Fig. 7. Segmental representation of the relationship between $x(t)$ and $m_x(t)$

Дисперсия (рассеяния) для сегмента равна

$$D(x) = \frac{p^*(g - p^*)}{n} = 0,011. \quad (15)$$

Среднеквадратичное отклонение при подсчете среднего значения пиков колебаний в сегменте равно

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2}{12}} = 0,4. \quad (16)$$

Коэффициент корреляции $K(x)$ при среднеквадратичном отклонении 0,4 будет равен

$$K(x) = \frac{D_x + k_x^2}{n-1} = 0,06, \quad (17)$$

где k_x^2 – корреляционный сегмент; в определении коэффициента корреляции равен $D_x^2 + m(x)^4$.

Для вычисления отношения длины средних арифметических значений приближений случайных величин в выборке к их математическому ожиданию m_x воспользуемся законом распределения случайных величин в виде

$$T_e = \frac{M_x - m_x}{S_x}, \quad (18)$$

где T_e – длина интервала средних значений закона нормального распределения случайных величин; S_x – спектральная плотность случайных величин X_s со средним значением; X_s – случайная средняя величина нормального закона распре-

деления выборки, равна $\sqrt{(n-1)D_x^2}$; M_x – случайное значение оценки математического ожидания m_x , разбивая длину спектра выборки записи колебаний на прямоугольники (см. рис. 7). Значение M_x запишем в виде

$$M_x = \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} X(t) dt. \quad (19)$$

Для определения m_x справедливо условие

$$m_x = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} X(t), \quad (20)$$

где n_1 – количество прямоугольников со средним значением $X(t)$ на протяжении интервала T_e выборки.

Таким образом, комплексный амплитудно-частотный спектр огибающей (см. рис. 7, пунктир) соответствует средним значениям частоты $P_{0\text{cp}}$ и амплитуды $A_{0\text{cp}}$, равным

$$\left. \begin{aligned} P_{0\text{cp}} &= \kappa \frac{2\pi}{T}; \quad \kappa = 1, 2, 3, \dots; \\ A_{0\text{cp}} &= \frac{2S_x \cdot P_{0\text{cp}}}{T}, \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

где T – период огибающей колебания i -й гармоники на длине T_e .

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n_1(n_1-1)} \sum_{i=1}^{n_1} (X_s - M_x)^2}. \quad (22)$$

Выводы

Сопоставление результатов спектрального анализа колебаний балок, полученных в лабораторных и натуральных условиях при одиночном ударном воздействии по методу Герца, показывает, что функция когерентности существенно меньше единицы, фазовый спектр далек от стабильного значения вблизи 0° или $\pm 180^\circ$, а частота собственных колебаний по ширине полосы оценивается с учетом коэффициента затухания и проявления взаимного амплитудного спектра колебаний.

В зависимости от типа импульса требуется дополнительно исследовать связь между его длительностью и шириной спектра.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Харкевич, А.А. Спектры и анализ. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва, 1962. 234 с.
2. Батуев, Г.С., Голубков, Ю.В., Ефремов, А.К., Федосов, А.А. Инженерные методы исследования ударных процессов. Москва : Машиностроение, 1969. 247 с.
3. Картопольцев, В.М. К вопросу вибродиагностики свободных колебаний балок методом Герца // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 3. С. 242–252. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2024-26-3-242-252>

4. Пугачев, В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. Государственное издательство технико-теоретической литературы. Москва : Гостехиздат, 1957. 659 с.
5. Бочкарев, Н.И., Картопольцев, А.В. Исследование динамической работы сталежелезобетонных мостов по торцевым колебаниям пролетных строений // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2001. № 2. С. 145–154.

REFERENCES

1. Kharkevich, A.A. Spectra and Analysis. Moscow: Fizmatlit 1962, 234 p. (In Russian)
2. Batuev, G.S., Golubkov, Yu.V., Efremov, A.K., Fedosov, A.A. Engineering Methods for Studying Impact Processes. Moscow: Mashinostroenie 1969, 247 p. (In Russian)
3. Kartopol'tsev, V.M., Alekseev, A.A., Paraev, B.A. Free Vibration Measurement of Beams using Hertz's Method. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26(3): 242–252. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2024-26-3-242-252> (In Russian)
4. Pugachev, V.S. Theory of Random Functions and its Automatic Control Applications. Moscow: Gostekhizdat. 1957, 659 p. (In Russian)
5. Bochkarev, N.I., Kartopol'tsev, A.V. Dynamic Operation of Composite Bridges along End Vibrations of Bridge Spans. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2001; (2): 145–154. (In Russian)

Сведения об авторе

Картопольцев Владимир Михайлович, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет., 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2; ООО «Диамос», 634003, г. Томск, пер. Соляной, 24/1, diamos@mail.ru

Author Details

Vladimir M. Kartopol'tsev, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia; ООО “DIAMOS”, 24/1, Solyanoy Str., 634003, Tomsk, Russia, diamos@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.09.2025
Одобрена после рецензирования 21.10.2025
Принята к публикации 22.01.2026

Submitted for publication 30.09.2025
Approved after review 21.10.2025
Accepted for publication 22.01.2026

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 268–275.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 268–275.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 624.19

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-268-275>

EDN: YWRRVA

ТОННЕЛЬНАЯ КРЕПЬ В ФОРМЕ Z-ОБРАЗНЫХ СЕГМЕНТОВ

Алексей Сергеевич Елизаров¹, Алексей Борисович Павликов¹,
Алексей Викторович Каменчуков¹, Алексей Анатольевич Пиотрович²

¹Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия

²Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
г. Хабаровск, Россия

Аннотация. Исследование посвящено анализу поведения предварительно напряженных железобетонных элементов туннельной облицовки в зависимости от геометрической конфигурации сегментов. Особое внимание уделяется влиянию формы сегмента на структурную устойчивость, перераспределение напряжений и деформационные характеристики конструктивных элементов.

С целью выявления наиболее эффективных вариантов выполнен анализ конструктивных решений с позиции повышения надежности и технологичности строительства оболочек туннелей, используемых при сооружении транспортных туннелей с применением проходческих щитов.

Для оценки состояния напряжения-деформации оболочки использовались методы численного моделирования применительно к различным вариантам расположения сегментов.

Исследование также охватывает конструкционные и технологические аспекты внедрения новых геометрических конфигураций.

Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации процессов проектирования и строительства сборных оболочек, а также повышения эксплуатационных характеристик туннельных конструкций в различных геотехнических условиях.

Ключевые слова: транспортное строительство, тоннели, крепь, сегменты, численное моделирование

Для цитирования: Елизаров, А.С., Павликов, А.Б., Каменчуков, А.В., Пиотрович, А.А. Тоннельная крепь в форме Z-образных сегментов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 268–275. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-268-275>. EDN: YWRRVA

ORIGINAL ARTICLE

TUNNEL LINING IN THE FORM OF Z-SHAPED SEGMENTS

Aleksey S. Elizarov¹, Aleksey B. Pavlikov¹,
Aleksey V. Kamenchukov¹, Aleksey A. Piotrovich²

¹Pacific National University, Khabarovsk, Russia

²Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia

Abstract. This work focuses on the analysis of the behavior of prestressed reinforced concrete tunnel lining elements as a function of the geometric configuration of segments. Particular attention is paid to the influence of the segment shape on the structural stability, stress redistribution, and deformation characteristics of structural elements.

Purpose: The aim of the work is to identify the most effective options. Design solutions are analyzed to improve the reliability and constructability of the tunnel lining with the use of boring machines.

Methodology: Numerical simulation methods are used to assess the stress-strain state of the lining for various segment arrangements. Structural and technological aspects are studied for implementing new geometric configurations.

Research findings: The obtained results can be used to improve the design and construction processes of precast tunnel lining and the performance characteristics of tunnel structures under various geotechnical conditions.

Keywords: transport construction, tunnel, anchorage, segment, numerical simulation

For citation: Elizarov, A.S., Pavlikov, A.B., Kamenchukov, A.V., Piotrovich, A.A. Tunnel Lining in the Form of Z-Shaped Segments. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 268–275. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-268-275>. EDN: YWRRVA

Введение

К 2030 г. ожидается, что около 60 % населения мира будет проживать в городах [1]. Прогрессивная урбанизация требует возведения современной инфраструктуры для формирования новых связей внутри городских центров и между ними. Проектные организации и строительные площадки активно работают над удовлетворением растущей потребности в еще более эффективной инфраструктуре. Для этого почти всегда задействуются механизированные комплексы для бурения туннелей (ТПМК).

Использование ТПМК позволяет значительно повысить скорость и безопасность строительства туннелей, обеспечивая высокую точность бурения и возможность работы даже в сложных геологических условиях. Разработка конструктивных решений для сборного железобетона, используемого совместно с ТПМК, непосредственно влияет на долговечность, надежность и экономичность возводимых сооружений [2, 3]. Таким образом, изучение новых форм сегментов, которые могли бы более эффективно воспринимать нагрузки, снижать деформации и продлевать срок службы покрытия, является особенно актуальным направлением исследований.

Общие положения

Зависимость российской индустрии туннелестроения от импортного оборудования негативно сказывается на развитии отрасли. Высокие расходы на при-

обретение зарубежных машин увеличивают стоимость проектов и снижают рентабельность компаний. Ограниченность поставок и колебание валютных курсов создают операционную уязвимость, приводящую к задержкам и дополнительным затратам. Отсутствие достаточного опыта и компетенций для самостоятельного создания аналогичного оборудования сдерживает инновационное развитие отрасли. Политические и экономические риски, включая возможные санкции, дополнительно осложняют ситуацию [4, 5]. Однако меры по поддержке отечественного машиностроения помогают постепенно снизить зависимость и создать условия для успешного перехода на отечественное оборудование. Согласно последним данным, более 90 % используемого оборудования составляют машины иностранного производства, преимущественно от ведущих производителей рынка, таких как Herrenknecht (Германия), LOVAT (Канада) и Hitachi (Япония).

Экономическое положение отрасли испытывает серьезные трудности, в том числе в связи с санкционными ограничениями. По оценкам исследовательской группы DISCOVERY Research Group, в 2023 г. объем российского рынка новых ТПК составил всего 2 единицы техники на 10 млн долл (импортная продукция). Недостаточное массовое производство компенсируется арендой и ремонтом существующих машин, однако этот подход не способен удовлетворить потребности крупных инфраструктурных проектов, реализуемых в стране.

Материалы и методы исследования

При продолжающемся развитии и создании все более сложных проектов тоннелестроения методом щитовой проходки особое внимание уделяется совершенствованию методов соединения сегментов сборной обделки [6–8]. Повышение прочности, долговечности и эффективности соединений сегментов позволяет инженерам создавать более безопасные и стабильные тоннели, способные выдерживать испытания временем [8, 9].

Основными материалами для создания сегментов тоннельной кепи являются армированные бетоны и чугун. Оба материала имеют существенные недостатки: они достаточно тяжелые и подвержены коррозии. Так как конструкция работает как сжатая оболочка, активно развивается поиск новых форм и материалов сегментов, поскольку одной из значительных проблем существующих решений является неоптимальная конструкция сегментов, приводящая к перерасходу материалов. Также многие конструкции плохо адаптированы к эксплуатации в сложных инженерно-геологических условиях. Это может приводить к неравномерному распределению нагрузок, созданию локальных зон концентрации напряжений, увеличивающих риск образования трещин и преждевременного разрушения. Традиционные конструкции сегментов часто недостаточно приспособлены к изменению давления грунта, что приводит к неэффективности дизайна. Часто сегменты проектируются главным образом для статических нагрузок, без должного учета динамических сил, таких как сейсмические явления, вибрации от строительных работ или транспортные нагрузки в городских тоннелях. Этот недостаток может поставить под угрозу стабильность тоннеля под воздействием таких факторов.

По геометрическим формам сегменты представляют собой простые объемные геометрические формы: прямоугольная, шестиугольная (сотовая), трапециевидальная, восьмиугольная. Такая форма обусловлена необходимостью наибо-

лее плотного (беззазорного) соединения сегментов для обеспечения устойчивости и изоляции конструкции. Сложные формы сегментов, например С-образную, чаще всего применяют для усиления конструкции [10]. В целом выбор формы сегментов – это всегда поиск компромиссов между технологичностью производства, простотой сборки и эффективностью эксплуатации и работы конструкции. Однако анализ показывает, что ни одна из существующих форм не гарантирует одновременно оптимального сопряжения, минимальных напряжений в стыках, простоту изготовления и высокую сопротивляемость внешним нагрузкам. Концентрация напряжений в углах, потребность в дополнительной подгонке, чувствительность к качеству установки и ограниченная геометрическая приспособляемость свидетельствуют о том, что существующие решения не универсальны и нуждаются в инженерных усовершенствованиях.

С целью повышения устойчивости конструкции, за счет увеличения площади бокового давления и сил сцепления блоков между собой, авторами предложена Z-образная (зигзагообразная) форма сегментов (рис. 1). Потенциальная эффективность сегментов достигается за счет эффекта самоблокировки элементов, который повышает устойчивость к боковому смещению и снижает зависимость конструкции от болтовой стяжки сегментов между собой, но не исключает ее.

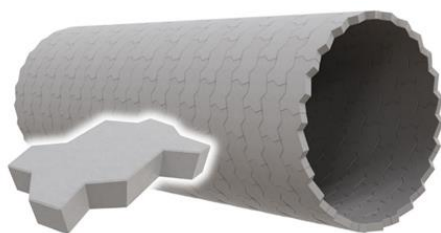


Рис. 1. Форма и расположение Z-образных сегментов в конструкции
Fig. 1. The shape and location of Z-shaped segments in the structure

Для сравнения устойчивости конструкции к внешним воздействиям выполнен численный эксперимент в программном комплексе Midas GTS NX. В качестве исходной была принята упрощенная конструкция тоннеля с обделкой из железобетонных сегментов. Глубина заложения тоннеля составляет 40 м, внутренний диаметр сегментной части обделки – 10 м, толщина сегментов – 0,45 м. Сравнивались две формы сегментов: прямоугольная и Z-образная.

Инженерно-геологический массив грунта задан сплошным однородным массивом из полутвердых суглинков с включением щебня или гравия. Физико-механические характеристики и состав грунта определены на основе материалов инженерных изысканий и систематизированы в табл. 1 и 2.

Для оценки напряженно-деформированного состояния конструкции под воздействием природного давления грунта принята модель Мора – Кулона. Сегменты тоннельной обделки были заданы как трехмерные твердые тела, выполненные из бетона В20. Между сегментами установили интерфейсные элементы, имитируя контакт поверхностей сегментов, что позволило адекватно отразить поведение стыков под действием внешней нагрузки. Границы условий исключали движение на нижней поверхности массива, а боковые края были за-

фиксированы вдоль нормали, чтобы обеспечить реалистичное моделирование в замкнутом массиве.

Таблица 1

Гранулометрический состав грунта

Table 1

Grain size distribution of soil

Наименование грунта	Гранулометрический состав (содержание частиц, %, диаметр, мм)								
	10–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,002	Менее 0,002
Суглинок легкий тугопластичный	1,4	0,9	1,7	1,6	1,5	2,7	1,4	51,2	37,5

Таблица 2

Физико-механические свойства грунта

Table 2

Physical and mechanical properties of soil

Наименование грунта	Плотность ρ , г/см ³	Влажность, д. е.			Число пластичности I_p , д. е.	Показатель текучести I_L , д. е.	Сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, град
		W	W_L	W_p				
Суглинок легкий тугопластичный	1,94	0,246	0,204	0,313	0,108	0,0039	15,9	14,3

Результаты

Напряженно-деформированное состояние конструкции оценивалось после консолидации напряжений и деформаций от собственного веса грунта. В расчетах не учитывались этапы и время строительства тоннеля. Предполагалось, что нагрузка на обделку начинает действовать не моментально, а последовательно. В процессе анализа фиксировались перемещения обделки, напряжения в теле сегментов, относительные смещения между сегментами, а также зоны, где происходило раскрытие стыков или их смятие. Результаты расчета перемещений в сегментах обделки представлены на рис. 2.

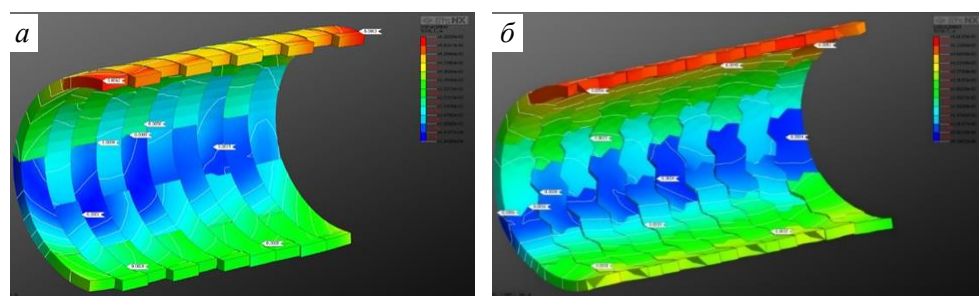


Рис. 2. Распределение перемещений в сегментах:

a – прямоугольные сегменты; *b* – Z-образные сегменты

Fig. 2. Distribution of displacements in different segments:

a – rectangular; *b* – Z-shaped

Для каждого варианта обделки фиксировались максимальные перемещения, которые составили:

– прямоугольные сегменты: положительные 6,3 мм (преобладающие в верхнем поясе от 4,5 до 5,5 мм);

– Z-образные сегменты: положительные 5,6 мм (преобладающие в верхнем поясе от 4,5 до 5,1 мм).

Минимальная величина перемещений наблюдается в среднем поясе и не превышает 0,5 мм. В целом характер перемещений соответствует основным теориям деформации цилиндрических оболочек [11, 12]. Для прямоугольных сегментов наиболее характерны перемещения и деформации угловых зон сегментов, а для Z-образных – равномерное распределение перемещений и деформаций вдоль граней сегмента. Такое обстоятельство свидетельствует о том, что прямоугольные элементы более чувствительны к изгибно-крутильным деформациям и перемещениям, возникающим от действия вертикальной и боковой нагрузки от грунта. В свою очередь, Z-образные сегменты показывают хорошую сопротивляемость изгибно-крутильным деформациям, что, прежде всего, обусловлено эффектом самозаклинивания элементов и их взаимным расположением в конструкции.

Заключение

В результате выполненного исследования можно заключить, что устойчивость и надежность работы тоннельной крепи зависит от формы и взаимной ориентации сегментов. Численный эксперимент показал, что сегменты прямоугольной формы более чувствительны к деформациям изгиба, особенно в угловой зоне сегмента, чем сегменты Z-образной формы. Кроме того, сегменты Z-образной формы демонстрируют более равномерное распределение перемещений и деформаций по площади верхнего пояса нагружения, что свидетельствует о совместной работе элементов.

Результаты численного моделирования подтверждают возможность использования новых геометрических форм тоннельных обделок. Дальнейшие исследования будут направлены на выполнение лабораторных (модельных) экспериментов по оценке эффективности применения Z-образных сегментов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Павленков, М.Н., Павленков, И.М. Направления и приоритеты развития муниципального образования // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Т. 15. № 8-1. С. 541–549. DOI: 10.34670/AR.2025.82.64.057. EDN: QCIZGA
2. Федунец, Б.И., Бойко, Ф.А. Повышение эффективности строительства перегонных тоннелей метрополитенов тоннелепроходческими механизированными комплексами // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 5. С. 115–121. EDN: SCVOPT
3. Tarakanova, V.V., Romanenko, A.I., Buriy, A.I. Prevention and elimination of emergency situations during the construction and operation of metro structures // International Journal of Advanced Studies. 2023. V. 13. № 1–2. P. 7–19. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-2-7-19. EDN: PFCPLN
4. Маковский, Л.В., Кравченко, В.В. Подводные транспортные тоннели в Сибири и на Дальнем Востоке // Метро и тоннели. 2024. № 1. С. 28–29. EDN: CNXSTO
5. Маковский, Л.В., Кравченко, В.В. Современное состояние и перспективы строительства горных транспортных тоннелей // Транспортное строительство. 2022. № 1. С. 29–32. EDN: UIDWDM

6. Боброва, Т.В. Обоснование эффективности инноваций в транспортном строительстве. Омск : Изд-во СибАДИ, 2019. 52 с. EDN: ZBMMCD
7. Меркин, В.Е., Устинов, Д.В., Хохлов, И.Н. Способы усиления тоннельных обделок и оценка их эффективности // Транспортное строительство. 2023. № 2. С. 19–22. EDN: BSULTC
8. Русанов, В.Е. Определение прочностных и деформативных свойств сталефибробетона для расчета тоннельных обделок // Вестник МГСУ. 2010. № 2. С. 189–197. EDN: MUXQJJ
9. Гуськов, И.А., Пестрякова, Е.А. Численное исследование сейсмостойкости сборных тоннельных обделок кругового очертания // Транспортные сооружения. 2023. Т. 10. № 2. DOI: 10.15862/02SATS223. EDN: IBIDYQ
10. Сокольников, А.А., Коньков, А.Н., Веселов, В.В. Оценка гибкости тоннельных обделок подковообразного и кругового очертания при расчете на внецентренное сжатие // Путь навигатор. 2021. № 48 (74). С. 28–35. EDN: CZPVXV
11. Иванов, В.Н., Шмелева, А.А. Геометрические характеристики деформированного состояния оболочек с ортогональной системой координат срединной поверхности // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2020. Т. 16. № 1. С. 38–44. DOI: 10.22363/1815-5235-2020-16-1-38-44. EDN: RCKRJR
12. Никоноров, Р.Н., Русанов, В.Е. Учет пригрузки забоя в расчетах осадки земной поверхности при щитовой проходке тоннелей в дисперсных грунтах // Транспортное строительство. 2023. № 4. С. 35–38. EDN: JCBWWU

REFERENCES

1. Pavlenkov, M.N., Pavlenkov, I.M. Directions and Priorities of Municipal Education Development. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*. 2025; 15(8-1): 541–549. DOI: 10.34670/AR.2025.82.64.057. EDN: QCIZGA (In Russian)
2. Fedunets, B.I., Boyko, F.A. Efficiency Improvement of Subway Tunnel Construction by Tunnel-Boring Mechanized Systems. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014; 5: 115–121. EDN: SCVOPT (In Russian)
3. Tarakanova, V.V., Romanenko, A.I., Buriy, A.I. Prevention and Elimination of Emergency Situations during the construction and Operation of Metro Structures. *International Journal of Advanced Studies*. 2023; 13(1-2): 7–19. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-2-7-19. EDN: PFCPLN
4. Makovskiy, L.V., Kravchenko, V.V. Underwater Transport Tunnels in Siberia and the Far East. *Metro i tonneli*. 2024; 1: 28–29. EDN: CNXSTO (In Russian)
5. Makovskiy, L.V., Kravchenko, V.V. The Current State and Prospects of Construction of Mining Transport Tunnels. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2022; 1: 29–32. EDN: UIDWDM (In Russian)
6. Bobrova, T.V. Effectiveness Substantiation of Innovations in Transport Construction. Омск, 2019. 52 p. (In Russian)
7. Merkin, V.E., Ustinov, D.V., Khokhlov, I.N. Methods of Reinforcing Tunnel Lining and Evaluating their Effectiveness. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2023; 2: 19–22. EDN: BSULTC (In Russian)
8. Rusanov, V.E. Determination of Strength and Deformation Properties of Steel Fiber Concrete for Tunnel Lining. *Vestnik MGSU*. 2010; 2: 189–197. EDN: MUXQJJ (In Russian)
9. Guskov, I.A., Pestryakova, E.A. Numerical study of seismic resistance of prefabricated tunnel lining of circular shape. *Transportnye sooruzheniya*. 2023; 10(2). DOI: 10.15862/02SATS223. EDN: IBIDYQ (In Russian)
10. Sokornov, A.A., Konkov, A.N., Veselov, V.V. Assessment of Flexibility of Horseshoe-Shaped and Circular Tunnel Linings in Off-Center Compression Analyses. *Putevoi navigator*. 2021; 48(74): 28–35. EDN: CZPVXV (In Russian)
11. Ivanov, V.N., Shmeleva, A.A. Geometric Characteristics of Deformed State of Shells with an Orthogonal Coordinate System on the Mid-Surface. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruktсий i sooruzhenii*. 2020; 16(1): 38–44. DOI: 10.22363/1815-5235-2020-16-1-38-44. EDN: RCKRJR (In Russian)
12. Nikonorov, R.N., Rusanov, V.E. Accounting for Face Load in Calculations of Ground Settlement during Shield Tunneling in Loose Soils. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2023; 4: 35–38. EDN: JCBWWU (In Russian)

Сведения об авторах

Елизаров Алексей Сергеевич, аспирант, Тихоокеанский государственный университет, 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136, 2023105212@togudv.ru

Павликов Алексей Борисович, преподаватель, Тихоокеанский государственный университет, 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136, 012429@togudv.ru

Каменчуков Алексей Викторович, канд. техн. наук, доцент, Тихоокеанский государственный университет, 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136, 006641@togudv.ru

Плютрович Алексей Анатольевич, докт. техн. наук, профессор, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47, piotrovich@rambler.ru

Authors Details

Aleksey S. Elizarov, Research Assistant, Pacific National University, 136, Tikhookeanskaya Str., 680035, Khabarovsk, Russia, 2023105212@togudv.ru

Aleksey B. Pavlikov, Lecturer, Pacific National University, 136, Tikhookeanskaya Str., 680035, Khabarovsk, Russia, 012429@togudv.ru

Aleksey V. Kamenchukov, PhD, A/Professor, Pacific National University, 136, Tikhookeanskaya Str., 680035, Khabarovsk, Russia, 006641@togudv.ru

Aleksey A. Piotrovich, DSc, Professor, Far Eastern State Transport University, 47, Seryshev Str., 680021, Khabarovsk, Russia, piotrovich@rambler.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.02.2026
Одобрена после рецензирования 18.03.2026
Принята к публикации 20.03.2026

Submitted for publication 26.02.2026
Approved after review 18.03.2026
Accepted for publication 20.03.2026