

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines, typical of notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ляхович Л.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, профессор кафедры строительной механики ТГАСУ, г. Томск; [lls@tsuab.ru](mailto:lls@tsuab.ru)  
Акимов П.А., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, ректор МГСУ, г. Москва; [pavel.akimov@gmail.com](mailto:pavel.akimov@gmail.com)  
Белостоцкий А.М., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, ген. директор научно-исследовательского центра СтаДиО, г. Москва; [amb@stadyo.ru](mailto:amb@stadyo.ru)  
Беккер А.Т., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, научный руководитель политехнического института ДВФУ, г. Владивосток; [bekker.at@dvfu.ru](mailto:bekker.at@dvfu.ru)  
Бондаренко И.А., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, директор НИИТИАГ, филиал ЦНИИП Минстроя России, г. Москва; [niitag@yandex.ru](mailto:niitag@yandex.ru)  
Власов В.А., докт. физ.-мат. наук, профессор, советник РААСН, ректор ТГАСУ, г. Томск; [rector@tsuab.ru](mailto:rector@tsuab.ru)  
Волокитин Г.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой прикладной механики и материаловедения ТГАСУ, г. Томск; [vgg-tomsk@mail.ru](mailto:vgg-tomsk@mail.ru)  
Волокитин О.Г., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, проректор по научной работе ТГАСУ, г. Томск; [study@tsuab.ru](mailto:study@tsuab.ru)  
Галютин З.Р., докт. техн. наук, доцент, зав. кафедрой железобетонных конструкций ТГАСУ, г. Томск; [z.galyutdinov@tsuab.ru](mailto:z.galyutdinov@tsuab.ru)  
Гныря А.И., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, профессор кафедры технологии строительного производства ТГАСУ, г. Томск; [tsp\\_tgasu@mail.ru](mailto:tsp_tgasu@mail.ru)  
Детярев В.В., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, зав. кафедрой гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск; [ngasu\\_gts@mail.ru](mailto:ngasu_gts@mail.ru)  
Есаулов Г.В., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, проректор по научной работе МАРХИ, г. Москва; [gvesaulov@raasn.ru](mailto:gvesaulov@raasn.ru)  
Ефименко В.Н., докт. техн. наук, профессор кафедры автомобильных дорог ТГАСУ, г. Томск; [svefimenko\\_80@mail.ru](mailto:svefimenko_80@mail.ru)  
Ефименко С.В., докт. техн. наук, зав. кафедрой автомобильных дорог ТГАСУ, г. Томск; [svefimenko@tsuab.ru](mailto:svefimenko@tsuab.ru)  
Зайченко Н.М., докт. техн. наук, профессор, ректор ДонНАСА, г. Макеевка; [mailbox@donnasa.ru](mailto:mailbox@donnasa.ru)  
Ильичев В.А., докт. техн. наук, профессор, вице-президент РААСН, академик РААСН, г. Москва; [ilyichev@raasn.ru](mailto:ilyichev@raasn.ru)  
Каприелов С.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, зав. лабораторией НИИЖБ, г. Москва; [kaprielov@masterbeton-mb.ru](mailto:kaprielov@masterbeton-mb.ru)  
Копаница Н.О., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, г. Томск; [kopanitsa@mail.ru](mailto:kopanitsa@mail.ru)  
Кудряков А.И., докт. техн. наук, советник РААСН, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, г. Томск; [kudyakov@tsuab.ru](mailto:kudyakov@tsuab.ru)  
Кумпак О.Г., докт. техн. наук, советник РААСН, профессор кафедры железобетонных конструкций ТГАСУ, г. Томск; [kumpyak@yandex.ru](mailto:kumpyak@yandex.ru)  
Лотов В.А., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, г. Томск; [valotov@ipu.ru](mailto:valotov@ipu.ru)  
Люсия Тсантисис, доцент кафедры охраны окружающей среды, земельных ресурсов и организации инфраструктуры Туринского политехнического университета, г. Турин, Италия; [lucia.tsantilis@polito.it](mailto: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](mailto: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](mailto:ovsnn@tsuab.ru)  
Орозбеков М.О., докт. техн. наук, профессор ОмГУ, г. Омск, Кыргызская Республика; [oshsu@mail.ru](mailto: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](mailto:polyakov-en@ya.ru)  
Ситникова Е.В., канд. архитектуры, доцент кафедры реставрации и реконструкции архитектурного наследия ТГАСУ, г. Томск; [elensi@vtomsk.ru](mailto:elensi@vtomsk.ru)  
Сколубович Ю.Л., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, ректор НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск; [sjl1964@mail.ru](mailto:sjl1964@mail.ru)  
Телтаев Б.Б., докт. техн. наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК и Международной академии транспорта, г. Алматы, Республика Казахстан; [bagdatbt@yahoo.com](mailto:bagdatbt@yahoo.com)  
Травуш В.И., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН, г. Москва; [travush@mail.ru](mailto:travush@mail.ru)  
Цветков Н.А., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплогазоснабжения ТГАСУ, г. Томск; [nac.tsuab@yandex.ru](mailto:nac.tsuab@yandex.ru)  
Шубенков М.В., докт. архитектуры, профессор, вице-президент РААСН, зав. кафедрой градостроительства МАРХИ, г. Москва; [shubenkov@gmail.com](mailto:shubenkov@gmail.com)  
Шубин И.Л., докт. техн. наук, чл.-корр. РААСН, директор НИИСФ РААСН, г. Москва; [niisf@niisf.ru](mailto:niisf@niisf.ru)  
Чупин В.Р., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, зав. кафедрой городского строительства и хозяйства ИНИТУ, г. Иркутск; [chupinvr@existu.edu](mailto:chupinvr@existu.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](http://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](http://www.iprbookshop.ru), а также на сайте «Вестник ТГАСУ»: <https://vestnik.tgasu.ru>

Научное издание

ВЕСТНИК ТГАСУ № 3 – 2025

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 Т.С. Володина, В.Н. Коршунова, Е.А. Кулешова. Переводчик М.В. Воробьева. Дизайн Е.И. Кардаш.

Технический редактор Н.В. Удлер.

Подписано в печать 20.06.2025. Формат 70×108/16. Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. л. 20,71. Усл. печ. л. 24,59. Тираж 200 экз. Заказ № 25.

Дата выхода: 27.06.2025.

Цена: свободная.

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

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



© Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2025

The Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

VESTNIK  
TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO  
ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA

# JOURNAL

## OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Volume 27

№ 3 2025  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Published since April 1999

[illegible]

## EDITORIAL STAFF

Lyakhovich L.S., DSc, Professor, RAACS Academician, Structural Mechanics Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [lls@tsuab.ru](mailto:lls@tsuab.ru)  
Akimov P.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS, Rector, MGSU, Moscow, Russia; [pavel.akimov@gmail.com](mailto:pavel.akimov@gmail.com)  
Belostotskii A.M., DSc, Professor, RAACS Academician, Director General Research Center StaDiO, Moscow, Russia; [amb@stadyo.ru](mailto:amb@stadyo.ru)  
Bekker A.T., DSc, Professor, RAACS Academician, Academic Adviser, Polytechnic Institute of Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia; [be-ker.at@dyfu.ru](mailto:be-ker.at@dyfu.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](mailto: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](mailto: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](mailto:ngasu_gts@mail.ru)  
Efimenko V.N., DSc, Professor, Automobile Roads Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [svefimenko\\_80@mail.ru](mailto:svefimenko_80@mail.ru)  
Efimenko S.V., DSc, Head of Automobile Roads Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [svefimenko@tsuab.ru](mailto: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](mailto:esaulovgv@raasn.ru)  
Galyautdinov Z.R., DSc, A/Professor, Head of Reinforced Concrete Construction Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [z.galyautdinov@tsuab.ru](mailto:z.galyautdinov@tsuab.ru)  
Gnyrya A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Construction Engineering Technology Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [tsp\\_gasu@mail.ru](mailto:tsp_gasu@mail.ru)  
Il'ichev V.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President, Moscow, Russia; [ilyichev@raasn.ru](mailto:ilyichev@raasn.ru)  
Kapielov S.S., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Laboratory at Gvozdev Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete, Moscow, Russia; [kapielov@masterbeton-mb.ru](mailto:kapielov@masterbeton-mb.ru)  
Kopanitsa N.O., DSc, Professor, Building Materials and Technologies, TSUAB, Tomsk, Russia; [kopanitsa@mail.ru](mailto:kopanitsa@mail.ru)  
Kudryakov A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [kudryakov@tsuab.ru](mailto:kudryakov@tsuab.ru)  
Kumpyak O.G., DSc, Professor, RAACS Adviser, Reinforced Concrete and Masonry Structures Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [kumpyak@yandex.ru](mailto:kumpyak@yandex.ru)  
Lotov V.A., DSc, Professor, Construction Engineering Technology Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [valotov@tpu.ru](mailto:valotov@tpu.ru)  
Morozov V.I., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Engineering Constructions Dept., SPSUACE, Saint-Petersburg, Russia; [morozov@spbgasu.ru](mailto:morozov@spbgasu.ru)  
Orozbekov M.O., DSc, Professor, Rector, Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic; [oshsu@mail.ru](mailto: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](mailto:ovssn@tsuab.ru)  
Polyakov E.N., DSc, Professor, Member of the Union of Architects of Russia; Theory and History of Architecture Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [polyakov-en@ya.ru](mailto:polyakov-en@ya.ru)  
Skolubovich Yu.L., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Rector, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia; [sjl1964@mail.ru](mailto:sjl1964@mail.ru)  
Sitnikova E.V., DSc, A/Professor, Restoration and Renovation of Architectural Heritage Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [elensi@vtomske.ru](mailto:elensi@vtomske.ru)  
Shubenkov M.V., DSc, Professor, Head of Urban Planning Dept., Moscow Architectural Institute (State Academy), RAACS Vice President, Moscow, Russia; [shubenkov@gmail.com](mailto:shubenkov@gmail.com)  
Shubin I.L., DSc, RAACS Corresponding Member, Director Structural Physics Research Institute, RAACS, Moscow, Russia; [niisf@niisf.ru](mailto:niisf@niisf.ru)  
Teltaev B.B., DSc, Professor, Academician, National Academy of Engineering of Kazakhstan and International Academy of Transport, Almaty, Kazakhstan; [bagdatbt@yahoo.com](mailto:bagdatbt@yahoo.com)  
Travush V.I., DSc, Professor, RAACS Vice President, RAACS Academician, Moscow, Russia; [travush@mail.ru](mailto:travush@mail.ru)  
Tsantilis L., A/Professor, Environment, Land and Infrastructure Engineering Dept., Polytechnic University of Turin, Turin, Italy; [lucia.tsantilis@polito.it](mailto:lucia.tsantilis@polito.it)  
Tsvetkov N.A., DSc, Professor, Head of Heat and Gas Supply Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [nac.tsuab@yandex.ru](mailto:nac.tsuab@yandex.ru)  
Vlasov V.A., DSc, Professor, RAACS Adviser, Rector, TSUAB, Tomsk, Russia; [rector@tsuab.ru](mailto:rector@tsuab.ru)  
Volokitin G.G., DSc, Professor, Head of Applied Mechanics and Materials Science Dept., TSUAB, Tomsk, Russia; [ygg-tomsk@mail.ru](mailto:ygg-tomsk@mail.ru)  
Volokitin O.G., DSc, Professor, RAACS Adviser, Vice-Rector for Research, TSUAB, Tomsk, Russia; [study@tsuab.ru](mailto:study@tsuab.ru)  
Zaichenko N.M., DSc, Professor, Rector, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Russia; [mailbox@donnasa.ru](mailto: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](http://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](http://www.iprbookshop.ru); <https://vestnik.tsuab.ru>

Scientific Edition  
VESTNIK TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA  
JOURNAL OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE № 3 – 2025  
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 T.S. Volodina, V.N. Korshunova, E.A. Kuleshova. Translator M.V. Vorob'eva. Design: E.I. Kardash. Technical editor N.V. Udler  
Passed for printing: 20.06.2025. Paper size: 70×108/16. Typeface: Times New Roman Issue date: 27.06.2025.  
Published sheets: 20,71. Conventional printed sheets: 24,59. Print run: 200 copies Price: free.  
Order N 25.

Editorial address: 2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003  
Phone: +7 (3822) 653-761; E-mail: [vestnik\\_tgasu@tsuab.ru](mailto:vestnik_tgasu@tsuab.ru)  
TSUAB Printing House, 15, Partizanskaya Str., Tomsk, 634003



© Tomsk State University  
of Architecture and Building, 2025



## С О Д Е Р Ж А Н И Е

### АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Поляков Е.Н., Полякова О.П.</b> Культовые здания в архитектурном наследии Ле Корбюзье. Монастырь Сент-Мари-де-ла-Туретт в Лионе (1953–1960 гг.) .....	9
<b>Колупаева К.И., Литвинова О.Г.</b> Советский опыт планировки городов: на примере генерального плана застройки центра Томска в 1973 г. ....	33
<b>Мицаева Х.В., Поляков Е.Н.</b> Проектирование спортивно-игровых площадок для старших школьников и подростков.....	50
<b>Кулагин А.В., Калмыков Д.В.</b> Градостроительные подходы на примере агломерации Кавказских Минеральных Вод в целях развития туристического сектора на восстанавливаемых городских агломерационных территориях .....	64
<b>Бурганов А.Д.</b> Модель взаимодействия промышленной и селитебной зон в городах-заводах.....	75
<b>Верёвкина И.Д., Дубынин Н.В.</b> Методология проектирования социального жилья на примере города Томска.....	88
<b>Рубанова М.И.</b> Уникальные здания на примере объектов компании АРЕХ в Москве .....	100
<b>Россошанская А.П., Файт П.Н., Золотарёва М.В.</b> Зарубежная практика адаптации и перепрофилирования исторических пространств в начале XXI века (на примере историко-культурного наследия Испании) .....	114
<b>Водяной А.М., Шорбан Е.О.</b> Особенности формирования коррекционно-развивающих учреждений для детей с ментальными особенностями.....	127
<b>Малиновская К.А., Хиценко Е.В.</b> Особенности подходов к проектированию рекреационных объектов на техногенных ландшафтах за рубежом и в России.....	136
<b>Копылова Е.М., Кузнецов И.В.</b> Сценарии градостроительного преобразования промышленных территорий.....	152
<b>Банникова Л.А., Булавина Л.В.</b> Трансформация понимания назначения и подходов к типологии улиц в отечественной и зарубежной практике .....	166
<b>Трусова М.А., Смолина О.О.</b> Ландшафтно-рекреационный каркас города: определение, роль, значение .....	180

### ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

<b>Портнягин Д.Г., Иванов Р.О.</b> Исследование теплозащиты узлов ограждающих конструкций зданий школ (на примере школы на 1000 мест в с. Белый Яр Алтайского района Республики Хакасия) .....	193
--	-----

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<b>Цветков Н.А., Толстых А.В., Дорошенко Ю.Н., Абдулин А.А.</b> Взаимосвязанный тепло- и массоперенос в наружной стене из газобетона со слоями штукатурного раствора на ее поверхностях .....	208
<b>Угляница А.В., Кудяков А.И., Дуваров В.Б.</b> Теплоизоляционно- конструкционный полистиролбетон, модифицированный дисперсным железосодержащим шламом .....	220
<b>Аниканова Л.А., Волкова О.В., Кудяков А.И., Бурьянов А.Ф.</b> Прогнозирование процессов структурообразования вяжущих из активированного фторангидритового сырья .....	232

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

<b>Картопольцев В.М., Алексеев А.А.</b> О воздействии подвижной нагрузки на асфальтобетонную плиту проезжей части с неровностями .....	247
<b>Тимоховец В.Д., Легостаева Е.Н., Скорженко А.Д.</b> Повышение безопасности дорожного движения посредством комплексного воздействия на всех его участников .....	257
<b>Баширова И.А., Гиллих С.Н., Ефименко С.В., Ефименко В.Н.</b> Детализация дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа .....	270

## C O N T E N T S

### ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

<b>Polyakov E.N., Polyakova O.P.</b> Religious Buildings in the Architectural Heritage of Le Corbusier. La Tourette Monastery in Lyon (1953–1960) .....	9
<b>Kolupaeva K.I., Litvinova O.G.</b> Soviet Experience in Urban Planning: The General Development Plan of Tomsk Center in 1973 .....	33
<b>Mitsaeva Kh.V., Polyakov E.N.</b> Playground Design for Schoolboys and Teenagers .....	50
<b>Kulagin A.V., Kalmykov D.V.</b> Town-Planning Approaches to Tourism Sector Development on Redevelopment Areas in Caucasian Mineral Waters Agglomeration .....	64
<b>Burganov A.D.</b> Model of Interaction Between Industrial and Residential Areas in Plant-Towns .....	75
<b>Verevkina I.D., Dubynin N.V.</b> Design Methodology of Social Housing on the Example of Tomsk .....	88
<b>Rubanova M.I.</b> Unique Buildings Built by APEX Projects in Moscow .....	100
<b>Rossoshanskaya A.P., Fait P.N., Zolotareva M.V.</b> Foreign Experience in Adaptation and Reorientation of Historical Spaces in the 21st Century (Historical and Cultural Heritage of Spain) .....	114
<b>Vodyanoi A.M., Shorban E.O.</b> Formation of Special Institutions for Children with Special Development .....	127
<b>Malinovskaya K.A., Khitsenko E.V.</b> Design Approaches to Recreation Facilities on Anthropogenic Landscapes in Russia and Abroad .....	136
<b>Kopylova E.M., Kuznetsov I.V.</b> Scenarios of Urban Planning Transformation of Industrial Territories .....	152
<b>Bannikova L.A., Bulavina L.V.</b> Transformation of Understanding Purpose and Approaches to Street Typology Development in Russian and Foreign Practice .....	166
<b>Trusova M.A., Smolina O.O.</b> Landscape and Recreational Framework of the City: Definition and Significance .....	180

### HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING (HVAC), LIGHTING SYSTEMS AND GAS NETWORKS

<b>Portnyagin D.G., Ivanov R.O.</b> Thermal Protection of School Building Enclosure (Bely Yar School for 1000 places, Republic of Khakassia) .....	193
--	-----

## CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

<b>Tsvetkov N.A., Tolstykh A.V., Doroshenko Yu.N., Abdulin A.A.</b> Correlation Between Heat and Mass Transfer in Foam Concrete External Wall Covered with Plaster Mortar .....	208
<b>Uglyanitsa A.V., Kudyakov A.I., Duvarov V.B.</b> Heat-Insulating Structural Polystyrene Concrete Modified with Dispersed Iron-Containing Sludge .....	220
<b>Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyakov A.I., Bur'yanov A.F.</b> Structure Formation in Binders from Activated Acid Fluoride Raw Materials .....	232

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

<b>Kartopoltsev V.M., Alekseev A.A.</b> Live Load Effect on a Carriageway Slab with Irregularities.....	247
<b>Timokhovets V.D., Legostaeva E.N., Skorzenko A.D.</b> Traffic Safety Improvement through Integrated Impact on All Road Users .....	257
<b>Bashirova I.A., Gillikh S.N., Efimenko S.V., Efimenko V.N.</b> Detailing of Road-Building Climate Zoning in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug .....	270

# АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

## ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 9–32.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 9–32  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.036

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-9-32

EDN: CVKLQH

### КУЛЬТОВЫЕ ЗДАНИЯ В АРХИТЕКТУРНОМ НАСЛЕДИИ ЛЕ КОРБЮЗЬЕ. МОНАСТЫРЬ СЕНТ-МАРИ-ДЕ-ЛА-ТУРЕТТ В ЛИОНЕ (1953–1960 ГГ.)

**Евгений Николаевич Поляков, Ольга Павловна Полякова**

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

**Аннотация.** Статья посвящена второму культовому зданию, построенному по проекту Ш.-Э. Жаннере-Гри (Ле Корбюзье) в традициях брутализма.

Проанализированы основные архитектурно-дизайнерские концепции Шарля-Эдуарда, заложенные в решения ситуационного и генерального планов, в функционально-планировочную схему этого необычного здания, а также в концептуальные решения его фасадов, архитектурных деталей и интерьеров.

**Ключевые слова:** Франция, Лион, Эве-сюр-л'Арбресль, Доминиканский орден Св. Марии, Ш.-Э. Жаннере-Гри (Ле Корбюзье), монастырь Сент-Мари-де-ла-Туретт, генеральный план, планы этажей, «брутальные» фасады, конструктивные решения, организация внутренних пространств

**Для цитирования:** Поляков Е.Н., Полякова О.П. Культовые здания в архитектурном наследии Ле Корбюзье. Монастырь Сент-Мари-де-ла-Туретт в Лионе (1953–1960 гг.) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 9–32. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-9-32. EDN: CVKLQH

## ORIGINAL ARTICLE

# RELIGIOUS BUILDINGS IN THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF LE CORBUSIER. LA TOURETTE MONASTERY IN LYON (1953–1960)

Evgenii N. Polyakov, Ol'ga P. Polyakova

*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

**Abstract.** The article is dedicated to the second religious building designed by Ch.-E. Jeanneret-Grée (Le Corbusier) in the Brutalist tradition. At its opening he said that he wanted to create a place of silence, prayer, peace and inner joy. The main architectural and design concepts of Charles-La-Edouard, embedded in the solutions of situational and general plans, in the functional-planning scheme of this unusual building are analyzed as well as the conceptual solutions of its facades, architectural details and interiors. In this project, Le Corbusier synthesized his conceptual and architectural-compositional ideas realized in the Chapelle Notre-Dame du Haut (Ronchan) and in the Marseille residential unit. This work is a continuation of the previous publications devoted to these two unique buildings of the French architect.

**Keywords:** France, Lyon, Eve-sur-l'Arbresle, Dominican Order of St. Mary, S.-E. Jeanneret-Gry (Le Corbusier), Convent de La Tourette, general plan, floor plan, “brutal” facades, constructive solutions, internal space

**For citation:** Polyakov E.N., Polyakova O.P. Religious Buildings in the Architectural Heritage of Le Corbusier. La Tourette Monastery in Lyon (1953–1960). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27 (3): 9–32. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-9-32. EDN: CVKLQH

Монастырь Доминиканского ордена Святой Марии в селении Ла Туретт (Couvent Sainte Marie de La Tourette) был возведен в 25 км к северо-западу от Лиона. Он стоит на краю крутого склона холма у опушки лиственного леса. В долине у подножия склона расположено селение Eveux-sur-l'Arbresle (Эве-сюр-л'Арбресль) (рис. 1).



Рис. 1. Селение Эве-сюр-л'Арбресль (Франция). Видовые точки<sup>1</sup>  
Fig. 1. The village of Eve-sur-l'Arbresle (France)

<sup>1</sup> URL: [https://fr.wikipedia.org/wiki/L%27Arbresle#/media/Fichier:Arbr\\_2.JPG](https://fr.wikipedia.org/wiki/L%27Arbresle#/media/Fichier:Arbr_2.JPG); [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Fleurieux-sur-l%27Arbresle\\_-\\_Place\\_Benoit\\_Dubost.jpg/1200px-Fleurieux-sur-l%27Arbresle\\_-\\_Place\\_Benoit\\_Dubost.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Fleurieux-sur-l%27Arbresle_-_Place_Benoit_Dubost.jpg/1200px-Fleurieux-sur-l%27Arbresle_-_Place_Benoit_Dubost.jpg)

В этом проекте Ле Корбюзье синтезировал свои концептуальные и архитектурно-композиционные идеи, реализованные в капелле Нотр-Дам-дю-О (Роншан) и в марсельской «жилой единице». Настоящая статья является логическим продолжением предыдущих публикаций, посвященных этим двум уникальным постройкам французского зодчего [1, 2, 3].

Монастырь Сент-Мари-де-ла-Туретт – одно из последних завершенных зданий Ле Корбюзье в Европе. Проектные работы начались в мае 1953 г., а строительство велось между 1956 и 1961 г. [4]. Возведение монастыря затянулось из-за ограниченных финансовых средств доминиканцев. На его открытии Ле Корбюзье заявил: «Строя эту часовню, я хотел создать место тишины, молитвы, покоя и внутренней радости...»

Комитет, решивший создать данный монастырь, считал, что его основная задача – духовное просвещение людей, в первую очередь жителей близлежащих поселений. Многие ученые и специалисты считают этот монастырь «самой уникальной программой» Ле Корбюзье. Он был изначально задуман как «автономный мир для сообщества безмолвных монахов». Официальным заказчиком выступил французский монах и католический священник Мари-Ален Кутюрье (1897–1954), занимавшийся в свободное время дизайном витражей (рис. 2): «Единственная просьба отца Мари-Алена Кутюрье к архитектору заключалась в том, чтобы он "создал тихое жилище для ста тел и ста сердец" ... Чтобы соответствовать уникальному и специфическому образу их жизни, монастырь состоит из ста отдельных келий, общей библиотеки, трапезной, крытого крыла, церкви и классных комнат...» [5].



Рис. 2. Мари-Ален Кутюрье (1897–1954) (слева); выполненный по его эскизам витраж одного из окон монастыря (справа)<sup>2</sup>

Fig. 2. Marie-Alain Couturier (1897–1954) (left), a stained glass window of one of the monastery windows made according to his sketches (right)

<sup>2</sup> URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Marie-Alain\\_Couturier](https://en.wikipedia.org/wiki/Marie-Alain_Couturier)

Концептуальный замысел Ле Корбюзье заключался в том, чтобы «дать монахам то, в чем люди сегодня нуждаются больше всего: тишину и покой ...Этот монастырь не выставляет себя напоказ; он живет внутри...» [5]. Он сказал об исходной идее данного проекта следующее: «Я хотел создать культовое здание по принципу светского сооружения и превратить жилище монахов в своего рода семейный храм. Это означало сделать священной, возвеличить семейную жизнь, разместив жилье среди природы, обладающей высокой силой эмоционального воздействия...» [6].

Монастырская жизнь всерьез заинтересовала архитектора после того, как в 1907 г. он побывал в картезианском монастыре в Эма (рис. 3), а в 1911 г. – на Афонской горе.



Рис. 3. Ле Корбюзье в обществе монахов картезианской общины<sup>3</sup>  
Fig. 3. Le Corbusier in the company of monks of the Cartesian community

Авторы статьи уточнили название и адрес упомянутого выше монастыря. Возможно, имелся в виду картезианский монастырь Святого Лаврентия в Галлуццо (Certosa di Firenze). Этот храм расположен на горе Акуто (Монте-Акуто), примерно в пяти километрах к югу от центра Флоренции, в районе Галлуццо, недалеко от места слияния рек Эма и Гревек. Отсюда старое название монастыря – Чертоза-ди-Валь д'Эма («В долине реки Эма») (рис. 4).

«Монастырь Сент-Мари-де-ла-Туретт был не первой религиозной постройкой архитектора, но стал наиболее масштабной и в полной мере отразившей принципы современной архитектуры... Монахи-доминиканцы, для которых был выстроен монастырь, советовали архитектору обратиться к традиционным монастырским постройкам. Корбюзье учел пожелания заказчиков, благодаря чему в облике здания угадываются формы, присущие архитектуре в романском стиле. Посередине находится внутренний дворик – традиционная часть средневековых монастырей...» [7].

<sup>3</sup> URL: <https://content.magnumphotos.com/wp-content/uploads/2016/05/cortex/par85698-teaser-story-big.jpg>





Рис. 4. Вероятный прототип проекта Ле Корбюзье – Чертоза-ди-Галлуццо<sup>4</sup>, Чертоза-ди-Фиренце (итал. *La Certosa di Galluzzo*, *La Certosa di Firenze* – бывший картезианский монастырь в провинции Тоскана, Италия)

Fig. 4. The prototype of Le Corbusier's project is La Certosa di Galluzzo, La Certosa di Firenze (Italian: *La Certosa di Galluzzo*, *La Certosa di Firenze*), a former Cartesian monastery in the province of Tuscany (Italy)

Комфортные условия работы в Роншане (капелла Нотр-Дам-дю-О, «Дева Мария на высотах», 1950–1955) подкрепили его решение принять заказ на строительство доминиканского монастыря под Лионом на участке земли, приобретенном орденом во время войны. Реализация данного проекта во многом обязана управляющему стройкой Янису Ксенакису – греку по происхождению, композитору и архитектору, нашедшему в Париже политическое убежище. В тот же период он создавал свое главное произведение «Метастазис», музыкальные секвенции которого созвучны «чередующимся окнам» в Роншане (рис. 5). На рис. 6 представлен макет монастыря.

Академик И.Г. Лежава довольно подробно и оригинально трактовал концептуальный замысел Шарля-Эдуарда: «За основу схемы Ле Корбюзье принял традиционные очертания клуатра<sup>5</sup>, замкнутого с трех сторон корпусами келий, а с четвертой – объемом церкви. Грубый бетон использован как эмоциональный эквивалент суровой крупной кладки из естественного камня. Участок лежит на

<sup>4</sup> URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Чертоза\\_ди\\_Галлуццо#/media/Файл:Certosa\\_del\\_Galluzzo\\_-\\_Overview\\_from\\_Le\\_Gore.jpg](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Чертоза_ди_Галлуццо#/media/Файл:Certosa_del_Galluzzo_-_Overview_from_Le_Gore.jpg)

<sup>5</sup> Клуатр – (фр. *cloître*, от лат. *claustrum* – закрытое, огражденное место) – окруженный стенами квадратный или прямоугольный в плане внутренний двор, примыкающий к комплексу зданий средневекового монастыря или церкви. Служил нуждам клира и монашеской братии и был недоступен для мирян.

крутом склоне холма, весьма далеко от идеальной геометрии наклонной плоскости. И, в отличие от гармоничных сочетаний природного и рукотворного (капеллы Роншана или домов Жауль), Ле Корбюзье резко сталкивает свой объект с природной формой, как бы противопоставляя суровую целеустремленность деятельной веры и хаос случайного.

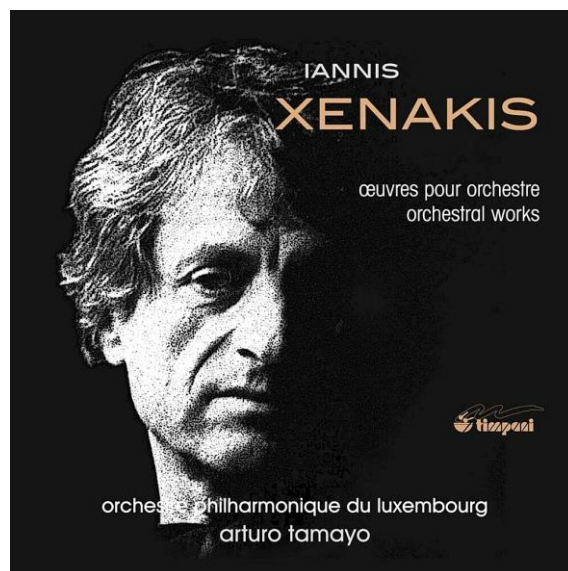
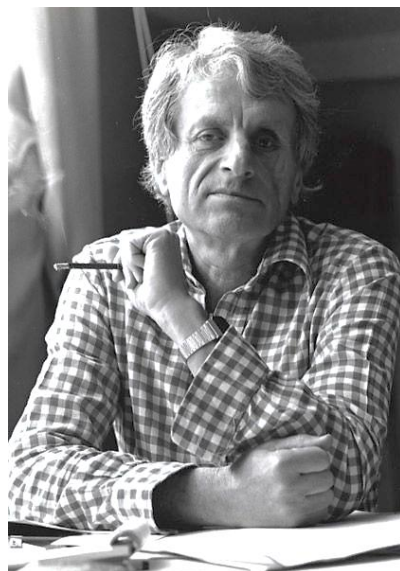


Рис. 5. Янис Ксенакис (1922–2001) – французский композитор и архитектор, один из лидеров концептуализма в архитектуре, создатель стохастической музыки

Fig. 5. Janis Xenakis (1922–2001), a French composer and architect, one of the leaders of conceptualism in architecture, creator of stochastic music

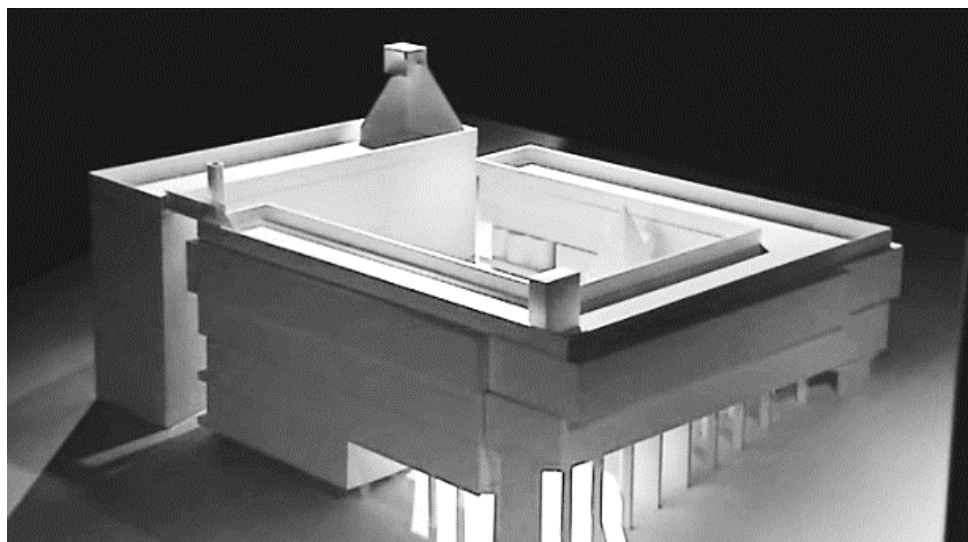


Рис. 6. Макет монастыря [5]

Fig. 6. Layout of the Monastery

Он строит ортогональную геометрию рукотворного так, чтобы здание вписалось в отведенную для него часть далекого от правильности склона, не прибегая к помощи бульдозера, созданию искусственных террас, подпорных стенок и пр. Высоко над природой, склоном и лесом как бы парит непрерывный двухъярусный пояс келий, охватывающий три внешние стороны монастырского каре. Прихотливой неправильности окружения он противопоставляет героическую пластику глубоких одинаковых лоджий, выглядящих как ряды пушечных амбразур. Пространство между нижним краем этой жесткой горизонтали и неровностями холма заполнено помещениями, предназначенными для общей жизни монастыря (включая ее средоточие – рефекторий<sup>6</sup>, библиотеку, классы и помещения для занятий). Число этажей меняется в зависимости от изменения уровня рельефа. Крытые галереи пересекают пространство клуатра, создавая дополнительные коммуникации для монастырской общины и связывая ее с церковью. Вместе с тем они членят его на дворы, лежащие на разных уровнях. Мощная глухая пластина церкви защищает открытую сторону клуатра. Над ее верхней гранью поднимается треугольное бетонное ребро, несущее массивное обрамление колоколов (форма, усиливающая "фортификационные" ассоциации). Остекление коммунальных помещений прикрыто стильной пластикой частых вертикальных ребер, образующих сложные ритмические ряды, взаимодействующие с группами пилонов...» [6].

Начнем анализ проекта Шарля-Эдуарда с ситуационной схемы и генерального плана рассматриваемого культового комплекса.

Первоначальный эскиз 1953 г. представлял собой прямоугольное здание, венчающее вершину холма. Однако эта версия оказалась несовершенной, поэтому проект был кардинально переработан, и его окончательный вариант 1954 г. решен гораздо проще. П-образный блок монастыря был связан двумя переходами с церковью, расположенной на краю склона холма и увенчанной колокольной: «Верхняя часть церкви освещена тонкими лучами солнечного света, а ее подземная часть (крипта), где происходят богослужения, залита светом...» [6] (рис. 7).

Выбранный архитектором участок представляет собой крутой склон холма, обращенный к северу, в сторону селения Эве-сюр-л'Арбресль (рис. 8). Его общая площадь – 16 500 кв. футов (1534,16 м<sup>2</sup>). С трех остальных сторон монастырь окружен густым лиственным лесом.

«Огромное серое brutальное здание монастыря издалика кажется подвешенным между небом и землей. Бетонная конструкция поставлена на сваи-ходули (фирменный прием архитектора) и группируется вокруг внутреннего двора, как и подобает традиционному монастырю...» [8]. Прямоугольный, открытый сверху двор (клуатр), разделен переходами (галереями) на четыре части. В плане клуатр имеет форму «ломаного креста, вставленного в прямоугольную раму» [9]. Монастырь связан с церковью, представляющей собой монолитную железобетонную призму: «В свое время Ле Корбюзье интересовался исторической типологией цистерцианских монастырей. Однако он не стал буквально воспроизво-

<sup>6</sup> Рефекторий (лат. *refectorium* – трапезная) – в католических монастырях трапезная братии, где обычно, кроме столов и скамей, находились кафедра для чтения душевспасительных книг во время трапезы.



доть монастырь с традиционным клуатром – крытыми галереями вокруг внутреннего двора, как видел это в Эма, а спланировал все иначе. Крытые галереи, пересекаясь крестообразно, делят центральную часть монастыря, образуя четыре дворика. Само здание не касается земли, оно стоит на опорах...» [4] (рис. 9).

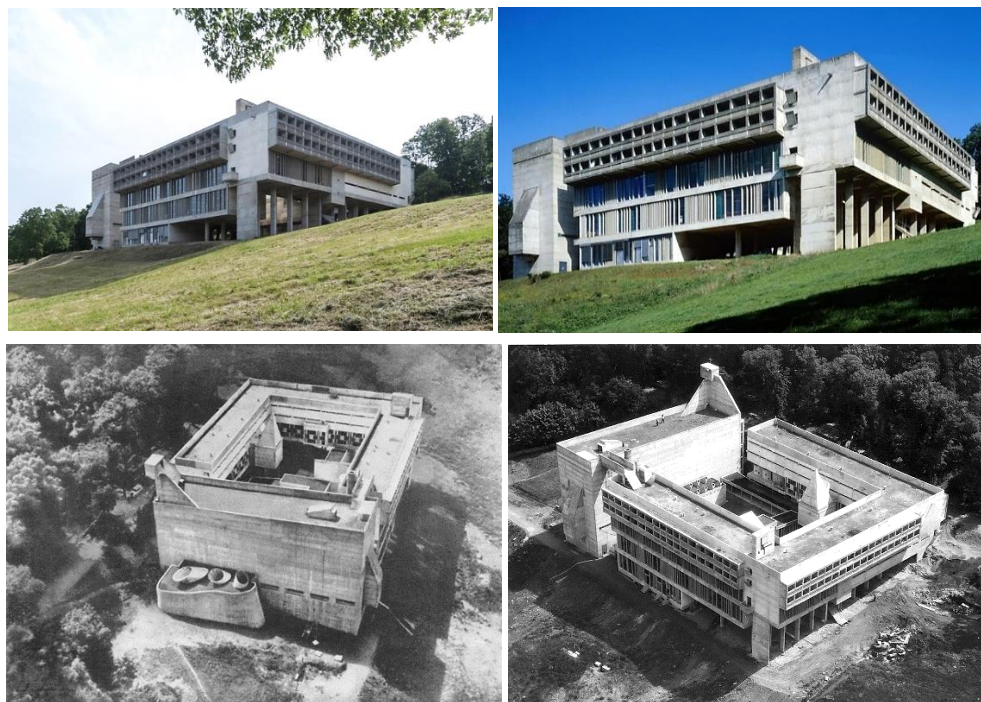


Рис. 7. Видовые точки монастыря с юго-западного подножия холма (вверху) и с высоты птичьего полета (внизу) [6]<sup>7</sup>

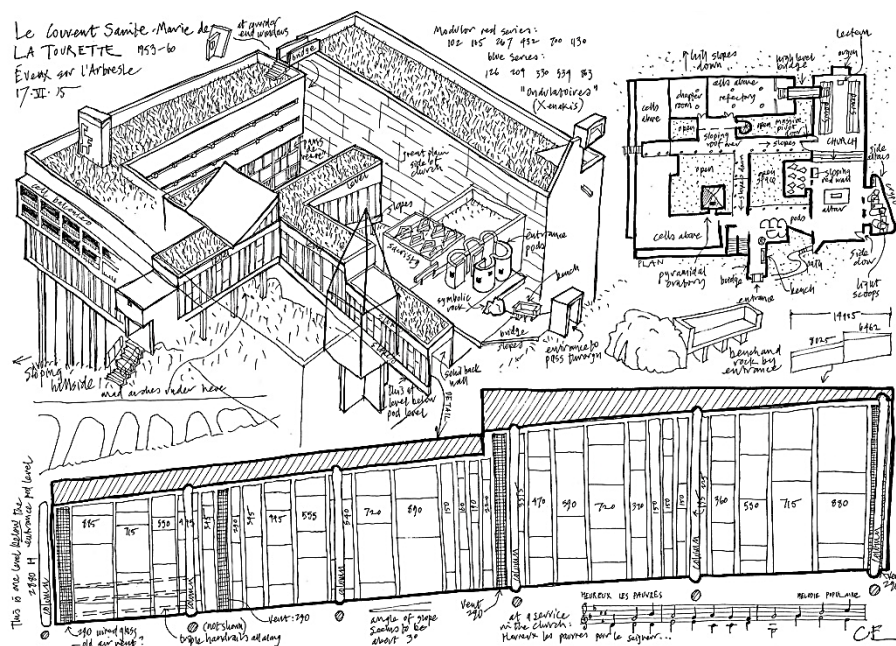
Fig. 7. Monastery from the southwestern foot of the hill (above) and from a bird's-eye view (below)



Рис. 8. Видовые точки южного фасада монастыря [7]

Fig. 8. Southern facade of the monastery

<sup>7</sup> URL: <https://i0.wp.com/lecorbusier-worldheritage.org/wp-content/uploads/2019/07/01-couvent-sainte-marie-de-la-tourette-photo.jpg>



*Рис. 9. Эскизы монастыря Ла Туретт [6]*  
*Fig. 9. Sketches of the Convent of La Tourette*

В основу общего замысла композиции монастыря легла плоская крышатерраса, имеющая форму прямоугольной буквы «П» (рис. 10, *слева*). Ее короткая «перекладина» обращена на юг, в сторону леса, а более длинные «ножки» упираются в южный фасад церкви. Под П-образной террасой на самом верхнем этаже разместились 100 монашеских келий. Этажом ниже – аудитории для занятий монахов, а в основании здания – их трапезная и подсобные помещения. П-образный блок и его галереи опираются на трапециевидные опоры. Нижние опорные части здания и кухня непосредственно связаны с землей (рис. 10, *справа*): «Простые геометрические формы, почти без отделки, фантастические кривые арочные пролеты, как будто из марсианских хроник, нарочно открытые коммуникации, скупость в употреблении цвета и глобальная тишина вокруг – все это, казалось бы, должно повергнуть в депрессию. Но только не у Корбюзье, и только не во Франции... Благодаря гению архитектора и живописному рельефу, депрессия трансформируется в медитацию. В таком состоянии можно провести целый день, несколько дней...» [8].

Рассмотрим подробно функциональную схему и объемно-планировочную структуру монастыря (места проживания монахов), его систему открытых дворов (клуатров) и церкви.

Уединенный доминиканский монастырь в Ла Туретт близ Лиона выполнен полностью в характерном для Ле Корбюзье стиле. Здание построено в форме прямоугольника с внутренним двором, который разделен крытыми галереями. Аскетичный внешний вид монастыря сочетается с удивительной функциональностью, которую архитектор позаимствовал у проектов много-

квартирных домов. В качестве основы общей композиции Ле Корбюзье избрал горизонталь крыши-террасы. Под крышей разместилось сто монашеских келий. Ниже – комнаты для занятий, под ними – трапезные. Нижние части здания и кухня непосредственно связаны с землей.



Рис. 10. Аксонометрическая версия (слева)<sup>8</sup> и трапециевидные опоры монастыря Ла Туретт (справа)<sup>9</sup>

Fig. 10. Axonometric version (left) and trapezoidal supports of La Tourette Convent (right)

Как было отмечено выше, архитектор стремился «создать тихое жилище со вспомогательными помещениями, чтобы соответствовать специфическому образу жизни молчаливых монахов...» [7].

Здание монастыря имеет достаточно сложную планировку. Его жилые, общественные и технические помещения равномерно размещены на трех уровнях: «Первое, что бросается в глаза при входе, – это место для общественного сбора, за которым следует стойка выдачи багажа... Если расположить его ближе к церкви, а также ко входу, то в нем будет место для молящихся, также известных как братья-миряне...» [Там же].

Самый нижний уровень (первый этаж) имеет прямой доступ в церковь. В нем расположены столовая (трапезная) с кухней и кладовой, капитул (зал общих собраний для монахов). Будучи частью католического монастыря, капитул располагается в его восточном крыле, рядом с церковью. С этого уровня обеспечен прямой доступ внутрь церкви (рис. 11).

На втором этаже находится вход в монастырь. Здесь размещены две приемные (комнаты для переговоров) и будка привратника. Отсюда можно пройти в различные общественные помещения: «Четырехугольная планировка помещений выполнена в строгом традиционном стиле: церковь, школа с библиотекой и классными комнатами, капитул, выполняющий функции ратуши, и общественные зоны. После входа справа находится часовня, а слева вспомогательные служебные помещения, т. е. классные комнаты, библиотека, туалеты и т. д., окружающие монастырь...» [Там же].

Далее по периметру второго этажа расположены рабочие кабинеты монахов, библиотека с книгохранилищем, ораторий (комната для собраний) и ком-

<sup>8</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/5f/da/ac/5fdaacdf689b647cfa365e3d2ff7e821.jpg>

<sup>9</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/f3/ae/d3/f3aed3cc1d16557dad50d9496c22e662.jpg>



наты для отдыха с выходами во внутренний двор. Три протяженных ленточных окна с решетками разного размера и конструкции обращены во внутренние дворы (клуатры) монастыря (рис. 12).

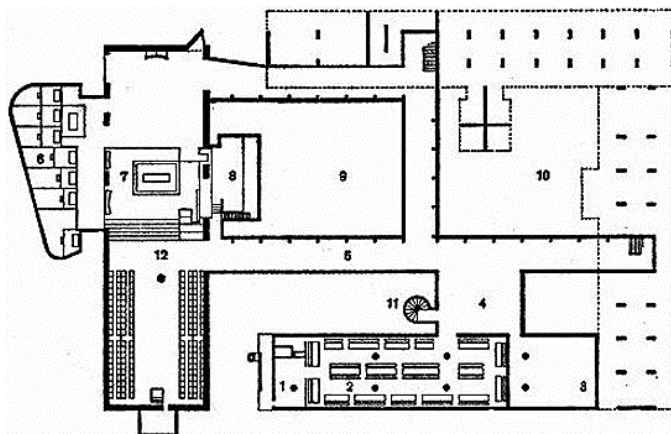


Рис. 11. План первого этажа [7]:

1 – кладовая; 2 – столовая (трапезная); 3 – зал заседаний; 4 – атриум; 5 – галереи монастыря; 6 – церковь Влюбленных; 7 – высокий алтарь; 8 – ризница; 9 и 10 – внутренние дворы; 11 – винтовая лестница; 12 – церковь Св. Марии

Fig. 11. Refectory floor:

1 – pantry; 2 – refectory; 3 – chapter-room; 4 – atrium; 5 – cloister; 6 – lower church; 7 – high altar; 8 – sacristy; 9, 10 – courtyard; 11 – spiral staircase; 12 – church

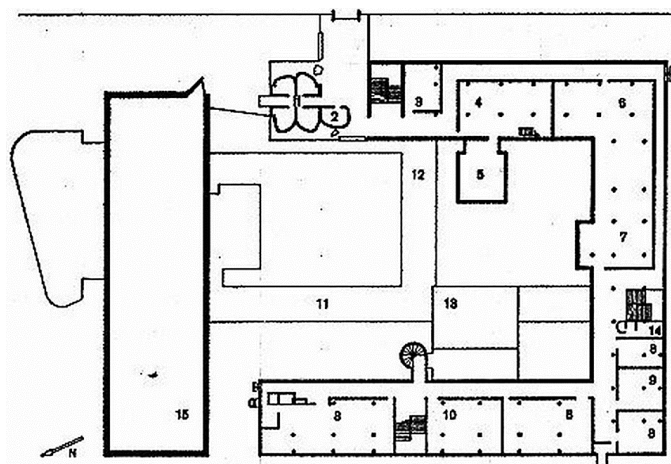


Рис. 12. План второго этажа [7]:

1 – камеры для бесед; 2 – портье; 3 – комната для братьев-мирян; 4 – общая комната для братьев-студентов; 5 – ораторий; 6 – читальный зал; 7 – библиотека; 8 – лекционные залы; 9 – общая комната для братьев-студентов; 10 – общая комната для отцов; 11 и 12 – монастырские галереи; 13 – атриум; 14 – туалет; 15 – церковь Св. Марии

Fig. 12. Entrance room:

1 – conversation cells; 2 – porter; 3 – room for the lay-brothers; 4 – common-room for the student brothers; 5 – oratory; 6 – reading room; 7 – library; 8 – lecture rooms; 9 – common room for student brothers; 10 – common room for fathers; 11, 12 – cloister; 13 – atrium; 14 – WC; 15 – St. Maria Church

Три нижних уровня монастыря объединяет глухой цилиндр винтовой лестницы. Она расположена рядом с атриумом – комнатой квадратной формы с довольно крутой скатной кровлей. Эта «горка» находится на пересечении двух внутренних галерей монастыря (рис. 13).



Рис. 13. Винтовая лестница монастыря<sup>10</sup>  
Fig. 13. The spiral staircase of La Tourette Convent

Третий этаж отведен под жилые помещения – кельи монахов, расположенные одна напротив другой. Отдельно сгруппированы палаты для больных, кабинеты врачей и медсестер. В каждой комнате есть балкон, обращенный на природный пейзаж, окружающий монастырь (рис. 14).

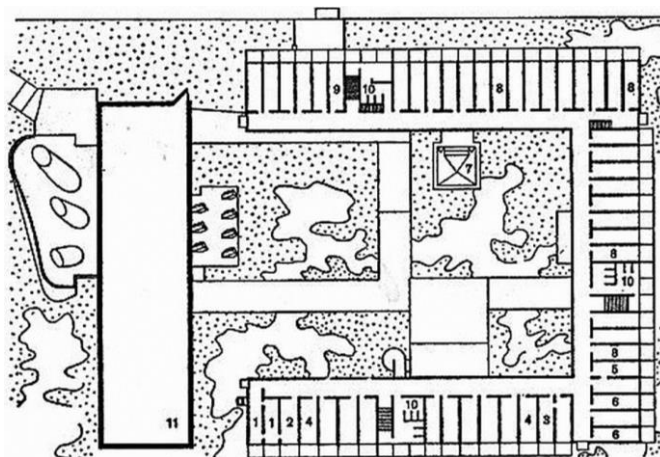


Рис. 14. План третьего этажа [7]:

1 – кельи для больных; 2 – келья медсестер; 3 – кельи для посетителей; 4 – кельи отцов; 5 – келья монаха, отвечающего за братьев-студентов; 6 – кельи студентов-священников; 7 – часовня (молельня); 8 – кельи братьев-студентов; 9 – кельи братьев-мирян; 10 – санитарные узлы; 11 – церковь Св. Марии

Fig. 14. Cell floor:

1 – cells for the sick; 2 – nurse's cell; 3 – cells for visitors; 4 – father's cells; 5 – cell for the monk in charge of the student brothers; 6 – student priests cells; 7 – oratory; 8 – student brothers' cells; 9 – lay brothers; 10 – sanitary offices; 11 – church

<sup>10</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/24/d3/b7/24d3b70f752b7ec6a7ebae2431210991.jpg>



Рассмотрим особенности фасадов монастырского комплекса, решенных в традициях брутализма.

Большая часть здания монастыря, похожего на средневековый романский замок, может показаться мрачной, замкнутой, резко контрастирующей с плавными линиями окружающего лесного ландшафта: «Ле Корбюзье даже называл его ассирийской крепостью – я полагаю, это в основном из-за маленьких окон...» [3]. Этот культовый комплекс решен в брутальном стиле Ле Корбюзье с применением в качестве строительного материала необработанного бетона (Beton Brut): «Здание монастыря выглядит, скорее, как остов заброшенного индустриального строения и вызывает мысли о том, что случится с городами в случае исчезновения людей, – столь мрачное и величественное впечатление он производит...» [9]. Яркие цвета использованы лишь для окраски дверей, труб и полов: «Именно в этом отражается дух монашества, аскетичный, противостоящий страстной природе, соблазнам внешнего мира...» [7].

Как было отмечено выше, архитектор изначально планировал решить данное культовое сооружение по принципу светских, создав ощущение защищенности, целостности, духовного единства монахов: «Заказчики рекомендовали ему опираться на традиционные монастырские постройки, и, действительно, планировка внутреннего двора соответствует сохранившимся средневековым постройкам. Мрачное огромное здание, замкнутое в себе самом, резко противопоставлено идиллическому лесному пейзажу – как суровая и аскетичная монашеская жизнь противопоставляет себя инстинктивному, страстному, природному...» [9].

Простота и суровое величие фасадов монастыря во многом достигнуты за счет «фирменных» ленточных окон. Именно они обеспечили оптимальное освещение всех комнат монастыря. Янис Ксенакис уделил огромное внимание планировке внутренних пространств монастыря и дизайну оконных рам: «Фасады здания... заполнены стеклом с трех из четырех его сторон. Система под названием "волнообразная стеклянная поверхность" обеспечивает максимальное проникновение света внутрь здания, а также циркуляцию воздуха во внутреннем дворе...» [7]. Стены некоторых общественных помещений монастыря (трапезной, библиотеки и др.) были решены в виде асимметричных сеток из стеклянных прямоугольников (так называемых «стен Мондриана») (рис. 15).

Стены галерей, пересекающих внутренний двор монастыря, также «изобилуют оконными проемами, переплеты которых создают постоянно меняющийся линейный узор теней на полу. Общие размеры деревянных рам и их ячеек рассчитаны по "Модулю"» [4] (рис. 16).

Особая роль в композиции монастыря отведена его клуатрам (внутренним дворам) и разделяющим их пешеходным галереям. Как было отмечено выше, они имеют форму неправильного креста, вписанного в прямоугольную раму: «Центральный внутренний двор комплекса состоит из различных геометрических форм: ...цилиндрическая камера внутри винтовой лестницы, расположенная не по центру в плане, соединяющая все три этажа, призматическая крыша, пирамиды и многоугольники в верхней части выступа на стене церкви...» [7] (рис. 17).

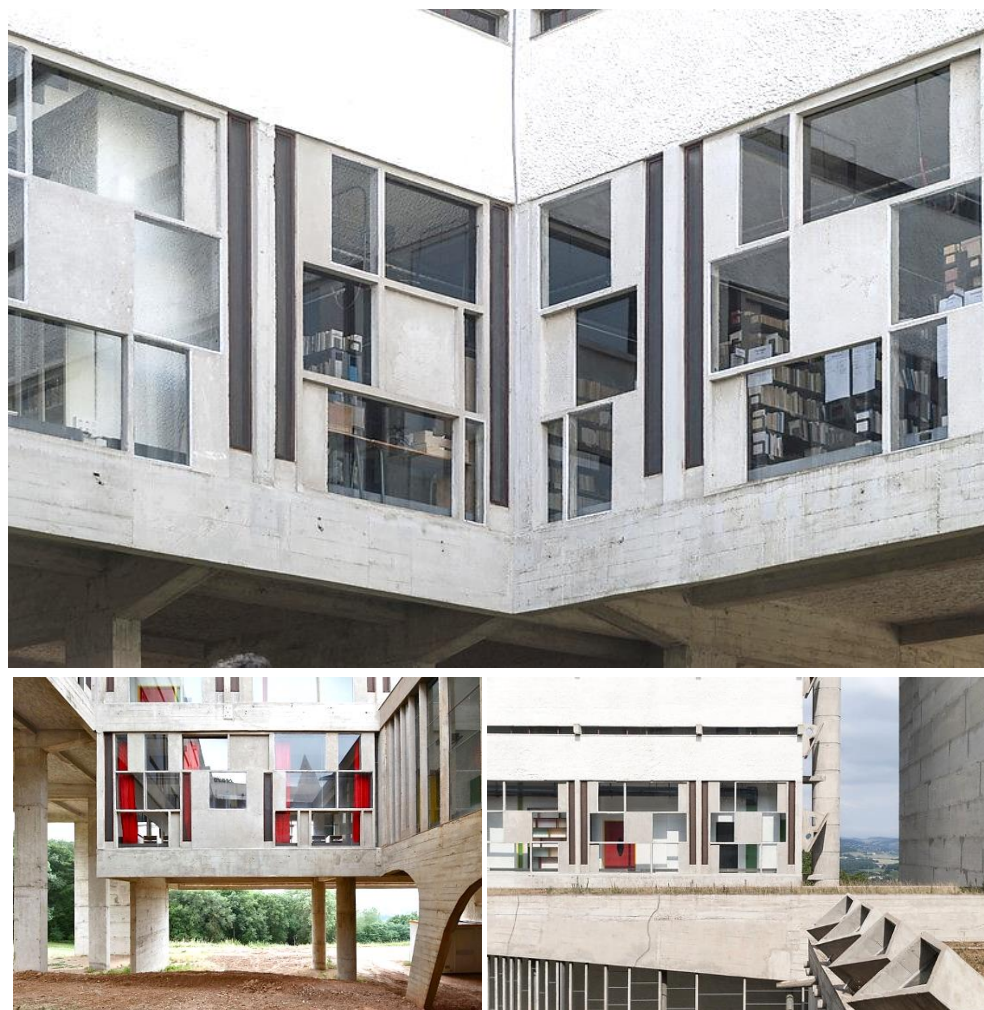


Рис. 15. Оконные рамы второго этажа<sup>11</sup>

Fig. 15. Second floor windows

«Плоские крыши над подъездными пандусами и крытыми галереями покрыты травой – особенность, которая, по словам Ле Корбюзье, была важна в его работе для компенсации зеленых насаждений, покрывающих здание...» [3]. Видимо, здесь был реализован пятый принцип «современной архитектуры» Ле Корбюзье (рис. 18).

Покрываемые травой галереи, вероятно, были предназначены для очищения воздуха и для организации променадов (отдыха, неторопливых прогулок) обитателей монастыря. Аналогичную плоскую кровлю с местом для уютного отдыха, солярием и садом Шарль-Эдуард опробовал на вилле Савой в Пуасси

<sup>11</sup> URL: <https://www.archdaily.com/96824/ad-classics-convent-of-la-tourette-le-corbuiser/56ddcfa6e58ecea4a000006-ad-classics-convent-of-la-tourette-le-corbuiser-photo>; [https://i1.wp.com/losko.ru/wp-content/uploads/2019/06/Bach\\_4453-4454.jpg](https://i1.wp.com/losko.ru/wp-content/uploads/2019/06/Bach_4453-4454.jpg)

(1928–1931). Хотя монастырь, в отличие от жилой резиденции, имеет принципиально иное назначение.



Рис. 16. Интерьеры галерей монастыря с окнами-жалюзи. Видовые точки<sup>12</sup>  
Fig. 16. Interiors of La Tourette Convent galleries with shutter windows



Рис. 17. Внутренние дворы, часовня монастыря. Видовые точки с севера и северо-востока<sup>13</sup>  
Fig. 17. Courtyards, chapel of the monastery

<sup>12</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/fe/96/31/fe9631c8a1add9a40b42f5728de72657.jpg>; [https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen\\_doc/4423511/pub\\_60884b03eac32e1c6d09f9d2\\_60884b5c2cdbbd68af7bc698/scale\\_1200](https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/4423511/pub_60884b03eac32e1c6d09f9d2_60884b5c2cdbbd68af7bc698/scale_1200)

<sup>13</sup> URL: [https://www.metalocus.es/sites/default/files/styles/mopis\\_news\\_carouel\\_item\\_desktop/public/metalocus\\_latourrette\\_lecorbusier\\_12.jpg?itok=2GkHq3qT](https://www.metalocus.es/sites/default/files/styles/mopis_news_carouel_item_desktop/public/metalocus_latourrette_lecorbusier_12.jpg?itok=2GkHq3qT)





Рис. 18. Травяные кровли пешеходных галерей<sup>14</sup>

Fig. 18. Grassy roofs of pedestrian galleries

В состав дворового пространства монастыря входят не только клуатры и переходные галереи, но и несколько довольно оригинальных строений. Одно из них – небольшая дворовая капелла (часовня), увенчанная остроугольной пирамидой (рис. 19). Она находится неподалеку от входа в монастырь, отмеченного тремя бетонными цилиндрами. Внутри цилиндров были устроены места для частных бесед и будка привратника.



Рис. 19. Входная часть монастыря (слева) и его часовня (справа)<sup>15</sup>

Fig. 19. The entrance of the monastery (left) and its chapel (right)

<sup>14</sup> URL: <http://www.flickr.com/photos/minkewagenaar/3400647783/sizes/o/>; <https://i.pinimg.com/originals/34/44/06/344406cb24356b6a193f58bfdff4cdcf.jpg>

<sup>15</sup> URL: [https://www.metalocus.es/sites/default/files/styles/mopis\\_news\\_carousel\\_item\\_desktop/public/metalocus\\_latourrette\\_lecorbusier\\_54.jpg?itok=zxINOyvs](https://www.metalocus.es/sites/default/files/styles/mopis_news_carousel_item_desktop/public/metalocus_latourrette_lecorbusier_54.jpg?itok=zxINOyvs)

Следует отметить, что в решении здания монастыря и его дворового пространства Шарль-Эдуард огромное внимание уделял не только общей композиции этого культового комплекса, но и его скульптурным и архитектурным деталям. В своих отзывах посетители монастыря отмечают нестандартные решения опорных конструкций, входных узлов, пандусов, оконных и дверных проемов, водостоков и вентиляционных устройств. Их особенно восхищают приемы освещения внутренних пространств монастыря и церкви с помощью узких вертикальных и горизонтальных щелей, устроенных в стыках бетонных плит. А также уникальные «световые пушки», пронизывающие кровли зданий под разными углами (рис. 20).



Рис. 20. Дворовая капелла (часовня) монастыря (слева); боковой фасад (справа)<sup>16</sup>  
 Fig. 20. The courtyard chapel (chapel) of the monastery (left). Side facade (right)

Приведем две цитаты, посвященные этой тематике:

«Интерьер церкви представляет собой бетонную коробку, которой при-  
 дается духовная сущность благодаря использованию естественного света ярких  
 цветов, подобранных выборочно и тщательно с помощью световой пушки, све-  
 тового ружья, светового луча, лоджии и волнообразного остекления. Световые  
 пушки созданы в виде пяти различных типов проемов вокруг церкви, пропу-  
 скающих дневной свет, некоторые из которых изящно вырезаны снаружи. Цвета  
 также присутствуют в этих проемах, которые придают церкви теплое и вызы-  
 вающее воспоминания сияние...» [4].

«Глубокие наклонные отверстия в потолках используются для направле-  
 ния лучей света внутрь и на нижние уровни, а снаружи они выражены в виде  
 фигур, выступающих из крыши...» [3] (рис. 21).

Оригинальность здания наиболее ярко выражена в его интерьерах. Об-  
 щественные зоны (трапезная с кухней, зал заседаний, лекционные залы и пр.)  
 обращены на запад, в сторону живописной долины у подножия холма. Инте-

<sup>16</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/bd/4b/f1/bd4bf1e582a05a9b3f712a0923e276c2.jpg>



ресно решена его конструктивная система: «Неравномерные расстояния между несущими опорами и перегородками... выполнены в соответствии с модульной системой пропорций Ле Корбюзье...» [5] (рис. 22).



Рис. 21. «Световые» детали на фасадах церкви и монастыря (вверху); церковная ризница с семью «световыми пушками» на кровле (внизу справа)<sup>17</sup>

Fig. 21. Light details on the facades of the church and monastery (above); church sacristy with seven “light cannons” on the roof (bottom)

В верхней части П-образного корпуса расположены монашеские кельи – экстремальный вариант разработанных им в 1920-е гг. «квартир прожиточного минимума», похожих на купе спальных вагонов или корабельные каюты: «Жилые ячейки того же типа, что и в жилом комплексе в Марселе, сведены здесь до простейшей формы. Кельи по-спартански просты, но каждая из них снабжена

<sup>17</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/17/a/7/c3/17a7c33be884439b7ba83d0ab933812e.jpg>

умывальником. В каждой из ста келий есть персональный балкон (рис. 23, *слева*). Прямо под ними размещены зоны общего пользования, а по крыше проходит галерея. К кельям ведут узкие коридоры с ленточными окнами. Внимание посетителей привлекают цветные геометричные витражи. Ритм оконных решеток благодаря естественному освещению в течение дня образует различные узоры на стенах и на полу: «Освещение вообще играет большую роль в этом проекте – например, на уровне кровли расположены световые пушки. В здании не запланирована звукоизоляция, но благодаря великолепной акустике, создаваемой огромным пустым пространством, любой шорох приобретает гулкое, потустороннее звучание...» [9] (рис. 23, *справа*).



Рис. 22. Интерьер рефектория (трапезной). Видовые точки<sup>18</sup>  
Fig. 22. Interior of the refectory

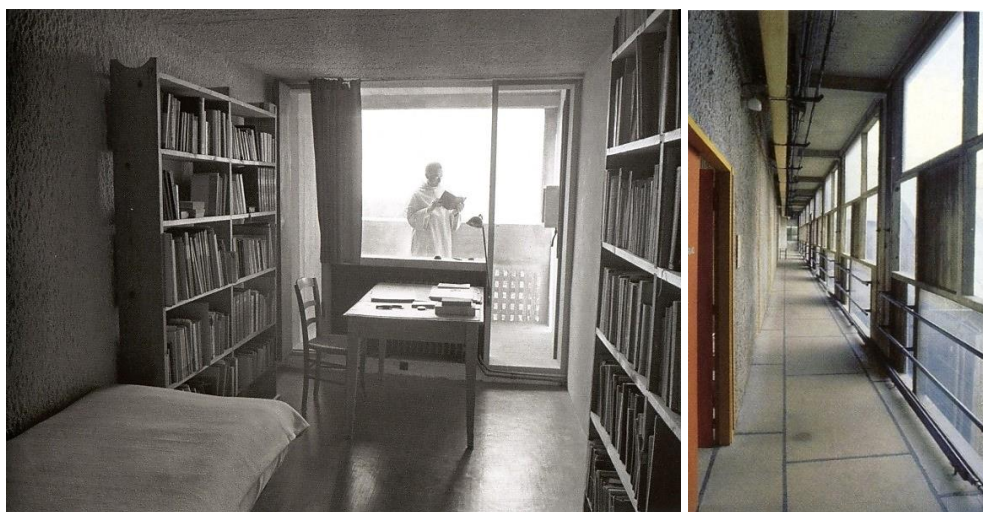


Рис. 23. Монашеская келья (*слева*); коридор келейного этажа (*справа*) [5]  
Fig. 23. Monk's cell (*left*), corridor of the cellular floor (*right*)

Особый интерес представляет интерьер церкви Святой Марии данного монастыря: «Ле Корбюзье отверг образы простой, естественной жизни мона-

<sup>18</sup> URL: <https://i.pinimg.com/originals/fd/b1/0a/fdb10a5798782a91cb64555a8d4f3412.jpg>



стырей на Афоне, которые проникновенно описал в своей книге "Путешествие на Восток". Прожившему свою жизнь в почти монашеском служении профессии уже не кажутся столь привлекательными радости простого быта, сопровождающие служение духу. Он доводит до абсолюта героическую простоту бетонных интерьеров. Особенно впечатляюща она в обнаженном высоком пространстве церкви, куда естественный свет проникает через немногие узкие разрывы в бетонной оболочке...» [6] (рис. 24).

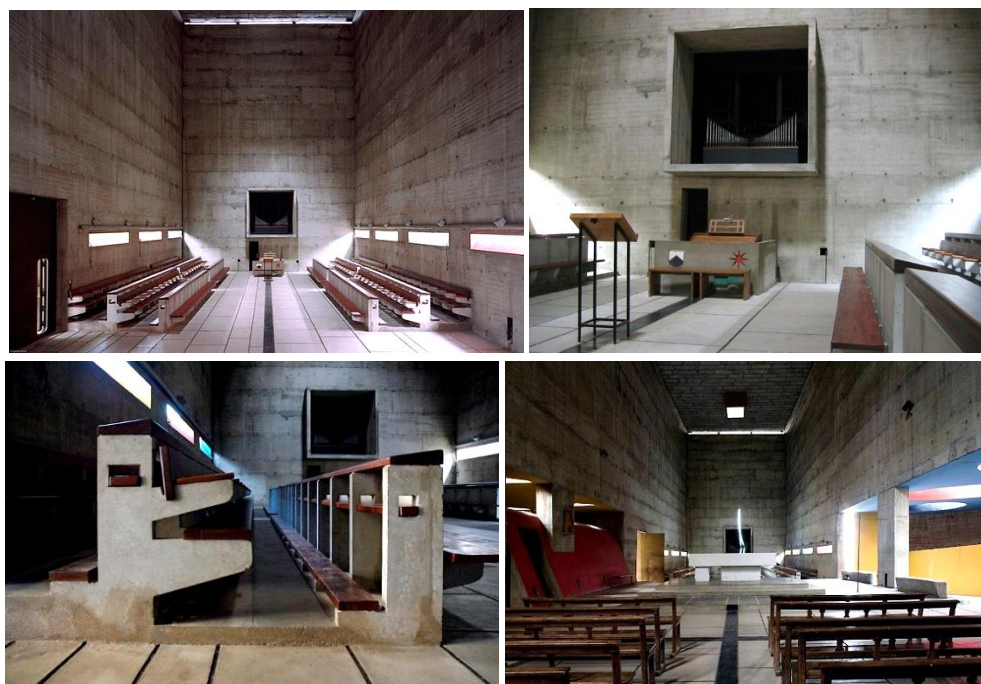


Рис. 24. Интерьер молитвенного зала церкви (высокий алтарь). Видовые точки<sup>19</sup>  
Fig. 24. The interior of the prayer hall of the church (high altar)

Церковь Святой Марии иллюстрирует новый творческий замысел Ле Корбюзье – концепцию «волшебной шкатулки», т. е. большого помещения, где могут устраиваться любые «спектакли». Темнота помещения усиливается черным камнем пола под алтарем и рассеивается благодаря вертикальным проемам в стене восточного фасада и горизонтальным – в стене западного. Сакристия (ризница) помещена в трансепте – поперечном нефе – и освещается семью косо направленными лучами (рис. 25).

Самым интересным помещением в этой церкви является так называемая церковь Влюбленных – боковая часовня с волнообразной, похожей на птичье крыло, наружной стеной и семью алтарями, в которой периодически вершились свадебные обряды: «Здесь вы найдете специальные ступенчатые зоны в форме квадрата и стола, которые поднимаются на шесть ступеней, символизируя восхождение с земли в рай и нисхождение Христа в Таинстве...» [7].

<sup>19</sup> URL: <http://www.flickr.com/photos/minke-wagenaar/3401469984/>



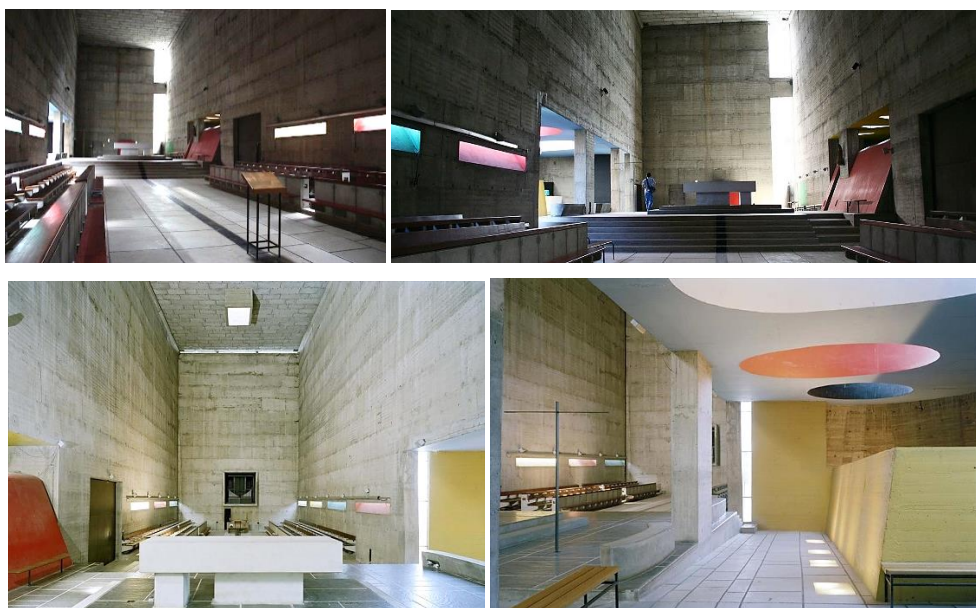


Рис. 25. Интерьер молитвенного зала со стороны церкви Влюбленных (видовые точки)<sup>20</sup>  
Fig. 25. Interior of the prayer hall from the side of the church

Верхняя часть часовни освещена тонкими лучами солнечного света, а ее подземная часть (крипта, где происходят богослужения) залита светом. Три цилиндрические «световые пушки», венчающие плоскую кровлю, последовательно освещают интерьер часовни световыми лучами красного, желтого или синего цвета: «Различный наклон их связан с расчетом на прямой солнечный луч, падающий на алтарь в определенный день и час. В этом интерьере Ле Корбюзье как бы вернулся в эпоху экспериментов пуризма. Это наиболее поэтичная часть суровой архитектуры, выражающая строгость устава монастыря...» [6].

Как и в других своих проектах, Ле Корбюзье разбавил серый цвет цветными пятнами. Пристроенную к церкви капеллу он раскрасил в синий, красный и желтый цвета (рис. 26).

Изначальный замысел Ле Корбюзье заключался в том, чтобы «дать монахам то, в чем люди сегодня нуждаются больше всего – тишину и покой... Этот монастырь не выставляет себя напоказ; он живет внутри...» [5]. В итоге поставленная цель была достигнута, хотя оставались сомнения по поводу размеров отдельных помещений, качества их тепло- и звукоизоляции. Проблемы до сих пор вызывают растрескавшийся бетон и дефекты в системах электрического оборудования. Поэтому после завершения строительства доминиканцы, столкнувшиеся с этими проблемами, предпочли покинуть здание и разместить большинство своих служителей в общине.

В настоящее время данный монастырь является местом встречи знатоков гуманитарных наук и философии. Бывшие монашеские кельи сейчас заселены

<sup>20</sup> URL: <https://i.pining.com/originals/02/60/f9/0260f9400a66b184ebb4ea06a882b980.jpg>; <https://corbusier.totalarch.com/files/build/058/204.jpg>

паломниками, туристами, студентами и любителями архитектуры со всего мира, т. е. грубо оштукатуренный бетонный монастырь превратился в культурный центр и центр проведения конференций.



Рис. 26. Интерьер церкви Влюбленных, ее семь алтарей [5]<sup>21</sup>

Fig. 26. Interior of the Lower Church and seven altars

Монастырь Сент-Мари-де-ла-Туретт, построенный в 1960 г., стал последним крупным проектом Ле Корбюзье в Европе. Однако его уникальность настолько исключительна, что французские архитекторы выбрали его вторым по значимости проектом после Центра Жоржа Помпиду в Париже, созданного в 1968–1977 гг. Ренцо Пиано и Ричардом Роджерсом. В июле 2016 г. здание монастыря было внесено в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО, имеющих архитектурное и историческое значение, вместе с 16 другими работами Ле Корбюзье.

Следующая публикация будет посвящена его знаменитым постройкам в Ахмадабаде и Чандигархе (Индия, 1951–1952).

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Поляков Е.Н., Полякова О.П. Культовые здания Ле Корбюзье. Капелла Нотр-Дам-дю-О в Роншане (1950–1955 гг.) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 5. С. 9–33. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-9-33. EDN: DVPCYU
2. Поляков Е.Н., Полякова О.П., Воевода Ю.Е. Дома-коммуны в архитектурном наследии Ле Корбюзье. «Жилая единица» в Марселе (1945–1952) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 6. С. 24–43. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-6-24-43. EDN: CJRUHD
3. Поляков Е.Н., Полякова О.П., Воевода Ю.Е. Организация внутреннего пространства Марсельской «жилой единицы» (Ле Корбюзье, 1945–1952 гг.) // Вестник Томского государ-

<sup>21</sup> URL: <https://i.pinimg.com/736x/34/02/1b/34021b1e124c190ab598c1bd1a068937--architecture-details-architecture-interior-design.jpg>

- ственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 1. С. 25–43. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-1-25-43. EDN: DFKVKSJ
4. Уинстон А. Монастырь Ла Туретт, спроектированный Ле Корбюзье, входит в число его знаковых строений, включенных в список Всемирного наследия. URL: <https://www.dezeen.com/2016/07/22/le-corbusier-la-tourette-monastery-grass-roof-france-unesco-world-heritage/> (дата обращения: 17.05.2025).
  5. Классика AD: монастырь Ла Туретт. Ле Корбюзье. URL: <https://www.archdaily.com/96824/ad-classics-convent-of-la-tourette-le-corbuier> (дата обращения: 17.05.2025).
  6. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. В 2 томах. Том 1. Москва: Прогресс – Традиция, 2001. 656 с.
  7. Монастырь Ла Туретт Ле Корбюзье: последнее творение архитектора. Re-thinking the future. URL: <https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a7029-convent-of-la-tourette-by-le-corbusier-the-architects-final-building/> (дата обращения: 17.05.2025).
  8. Морозова Т. «Чужой монастырь» Ле Корбюзье // Мир впечатлений. URL: <https://mir-vpechat-leniy.ru/chuzhoj-monastyr-le-korbyuze/?ysclid=lzxdgyczs1418856747> (дата обращения: 17.05.2025).
  9. Егорова С. Церкви, построенные атеистом: странные религиозные сооружения Ле Корбюзье // Культурология.РФ. URL: <https://kulturologia.ru/blogs/231219/44997/?Ysclid=lzxfanr9yd991090156> (дата обращения: 17.05.2025).

## REFERENCES

1. Polyakov E.N., Polyakova O.P. Iconic Buildings of Le Corbusier. Chapel of Notre-Dame Du Haut in Ronchamp. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26 (5): 9–33. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-9-33. EDN: DVPCYU (In Russian)
2. Polyakov E.N., Polyakova O.P., Voevoda Yu.E. Communal Houses in Architectural Heritage of Le Corbusier. Unité d'Habitation (1945–1952). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26 (6): 24–43. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-6-24-43. EDN: CJRUHD (In Russian)
3. Polyakov E.N., Polyakova O.P., Voevoda Yu.E. Interior Organization in Unité D'habitation (Le Corbusier, 1945–1952). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27 (1): 25–43. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-1-25-43. EDN: DFKVKSJ (In Russian)
4. Winston A. The Monastery of La Tourette Le Corbusier is among its notable buildings listed in the World Heritage List. Available: [www.dezeen.com/2016/07/22/le-corbusier-la-tourette-monastery-grass-roof-france-unesco-world-heritage/](https://www.dezeen.com/2016/07/22/le-corbusier-la-tourette-monastery-grass-roof-france-unesco-world-heritage/) (accessed May 17, 2025).
5. La Tourette Monastery in France. Available: <https://corbusier.livejournal.com/51668.html?ysclid=lzwt5xxti984907743>
6. The classic of advertising: The Monastery of La Tourette / Le Corbuier. Available: [www.archdaily.com/96824/ad-classics-convent-of-la-tourette-le-corbuier](https://www.archdaily.com/96824/ad-classics-convent-of-la-tourette-le-corbuier) (accessed May 17, 2025).
7. Le Corbusier's "La Tourette Monastery": The final building of the architect. Available: [www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a7029-convent-of-la-tourette-by-le-corbusier-the-architects-final-build-ding/](https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a7029-convent-of-la-tourette-by-le-corbusier-the-architects-final-build-ding/) (accessed May 17, 2025).
8. Morozova T. The Strange Monastery by Le Corbusier. Available: <https://mir-vpechat-leniy.ru/chuzhoj-monastyr-le-korbyuze/?ysclid=lzxdgyczs1418856747> (accessed May 17, 2025).
9. Egorova S. Churches built by an atheist: Strange religious buildings by Le Corbusier. Available: <https://kulturologia.ru/blogs/231219/44997/?Ysclid=lzxfanr9yd991090156> (accessed May 17, 2025). (In Russian)

## Сведения об авторах

Поляков Евгений Николаевич, докт. искусствоведения, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [polyakov.en@yandex.ru](mailto:polyakov.en@yandex.ru)

Полякова Ольга Павловна, канд. экон. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, orpp2010@yandex.ru

#### **Authors Details**

*Evgeny N. Polyakov*, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, polyakov.en@yandex.ru

*Olga P. Polyakova*, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia

#### **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 20.03.2025  
Одобрена после рецензирования 02.04.2025  
Принята к публикации 21.04.2025

Submitted for publication 20.03.2025  
Approved after review 02.04.2025  
Accepted for publication 21.04.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 33–49.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 33–49.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.03+711.424

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-33-49

EDN: FGFFUN

# СОВЕТСКИЙ ОПЫТ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДОВ: НА ПРИМЕРЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ЗАСТРОЙКИ ЦЕНТРА ТОМСКА В 1973 Г.

**Ксения Ивановна Колупаева, Ольга Геннадьевна Литвинова**

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

**Аннотация.** Генеральный план застройки центра г. Томска, разработанный в 1973 г. институтом «Гипрогор», стал отражением государственной стратегии развития городов того времени. Этот документ представлял собой важный этап в развитии градостроительной концепции и акцентировал внимание на проблемах и перспективах центральной части города.

**Актуальность.** Анализ данного проекта позволяет сегодня выявить актуальные проблемы, связанные с урбанизацией, транспортной инфраструктурой, экологией и социальной структурой города.

В статье рассмотрены основные положения предложенных в проекте решений, а также отличия от итогового современного состояния города. Особое внимание уделено вопросам зонирования территории, развития транспортной сети, сохранению исторического наследия и созданию комфортной городской среды.

**Материалы и методы.** Исследование выполнено на основе методологического подхода, включающего системный анализ исторических документов, картографических материалов, нормативных актов и научных публикаций.

**Новизна** исследования заключается в комплексном подходе к изучению градостроительных особенностей Томска на переходном этапе от послевоенного индустриального развития к научно-культурному центру Томской области, а также введении в научный оборот ранее не опубликованных материалов.

Результаты исследования могут быть полезны для разработки стратегий устойчивого развития города и совершенствования его градостроительной политики.

**Ключевые слова:** архитектурный конкур, Томск, Гипрогор, генеральный план, исторический центр

**Для цитирования:** Колупаева К.И., Литвинова О.Г. Советский опыт планировки городов: на примере генерального плана застройки центра Томска в 1973 г. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 33–49. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-33-49. EDN: FGFFUN

## ORIGINAL ARTICLE

## SOVIET EXPERIENCE IN URBAN PLANNING: THE GENERAL DEVELOPMENT PLAN OF TOMSK CENTER IN 1973

Ksenia I. Kolupaeva, Olga G. Litvinova

*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

**Abstract.** The general development plan of the Tomsk center developed in 1973 by the "Giprogor" institute, reflects the urban development policy at that time. This document represents an important stage in the urban planning concept, focusing on the problems and prospects of its central part. The analysis of this project reveals key issues of urbanization, transport infrastructure, ecology and social framework of the city. The article examines the main provisions of the general plan as well as its differences from the current state of the city. Particular attention is paid to zoning, transport network development, preservation of historical heritage, and comfortable urban environment. The study is based on the methodological approach that includes the analysis of historical documents, cartographic materials, regulatory acts, and scientific publications. The scientific novelty of research lies in the comprehensive approach to studying the urban development in Tomsk and introduces previously unpublished materials into the academic circulation. Research findings can be used in the urban development and improvement policies.

**Keywords:** architectural competition, Tomsk, "Giprogor", general plan, historical center

**For citation:** Kolupaeva K.I., Litvinova O.G. Soviet Experience in Urban Planning: The General Development Plan of Tomsk Center in 1973. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27 (3): 33–49. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-33-49. EDN: FGFFUN

## Введение

Исследование советского опыта градостроительного планирования актуально благодаря нескольким важным аспектам. Анализ проектов прошлых десятилетий помогает выявить как успешные решения, так и менее удачные, которые привели к ошибкам, и таким образом избежать их повторения в будущем [1]. Генеральный план 1973 г. для центра г. Томска имеет особое научное значение, поскольку он создавался в период, когда государственная стратегия была направлена на развитие городов, и отражает основные тенденции урбанизации и инфраструктурного роста в нашей стране во второй половине XX в.

Анализ этого проекта позволяет увидеть долговременные последствия принятых тогда решений и оценить, насколько эффективно они были реализованы. Это крайне важно для понимания механизма изменения городских пространств под влиянием различных факторов – экономических условий, социальных процессов или требований экологии [3].

Исследование поможет определить, насколько современные методы градостроительства согласуются с теми целями и задачами, которые ставились перед городом в прошлом. Это особенно значимо в современном, стремительно меняющемся мире: новые технологии и потребности общества задают новые направления развития городов.

Новаторство исследования состоит в комплексном подходе к изучению градостроительной истории Томска. Впервые анализируется генеральный план

1973 г., разработанный институтом «Гипрогор»<sup>1</sup>, сопоставляются его положения с современным состоянием городской среды. Кроме того, в научный оборот вводятся ранее не публиковавшиеся материалы и данные, раскрывающие специфику методов советского архитектурного проектирования [2].

### Материалы и методы исследования

Методология исследования определена на основе поставленных задач и этапов работы. Историко-архивный метод использован для восстановления хронологии событий и детализации проектных решений. Сравнительно-аналитический метод позволил провести сравнение проектных предложений 1973 г. с современным состоянием городской среды. Метод территориального зонирования применялся для анализа пространственного распределения объектов и зон. Статистический метод позволил использовать в исследовании количественные показатели, такие как плотность застройки, количество жителей, площадь зеленых зон и т. д.

Базовым архивным источником для исследования стал проект планировки застройки центра г. Томска, выполненный по поручению Госстроя СССР<sup>2</sup> – постановление № 3 от 9 января 1973 «О проведении закрытого конкурса на разработку проекта планировки и застройки центра города Томска» (рис. 1). Проект разработан в архитектурно-планировочный мастерский № 5 Гипрогора: руководитель – А.А. Тараканов, главный инженер мастерской – Л.Л. Челганский, главный экономист – Г.М. Кузьмина<sup>3</sup>.

Территориальные границы исследования определены центром г. Томска, до 1500 га, в границах: с севера – пер. Дербышевский, далее территория левобережья от с. Тимирязево на юг, включая границы современного микрорайона Левобережный; ул. Дальне-Ключевская, Дальне-Ключевской взвоз, ул. Яковлева и далее к пойме р. Ушайки; с востока – Комсомольский проспект (рис. 2).

### Условия, предпосылки и факторы, определявшие особенности формирования города в 1973 г.

В 1968 г. Государственный институт проектирования городов «Гипрогор» разработал генеральный план развития Томска. На основе этого плана в 1973 г. был организован закрытый конкурс по застройке центральной части города, организованный Государственным комитетом по делам строительства СССР. Цель конкурса заключалась в создании современного и функционального проекта, который бы учитывал историческое и культурное значение центра города.

<sup>1</sup> «Гипрогор» – Государственный институт по проектированию городов. Это российский институт градостроительства и инвестиционного развития, который занимается проектированием генеральных планов городов и рабочих поселков, разработкой проектной документации. Он был создан в 1930 г. на базе Бюро планировки городов Картоиздательства НКВД РСФСР и акционерного общества «Проектгражданстрой» [2].

<sup>2</sup> Госстрой СССР – Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства.

<sup>3</sup> РГАНТД. Ф Р-850. Оп. 9-4. Д. 247. Томск. Проект планировки и застройки центра (конкурсный проект).



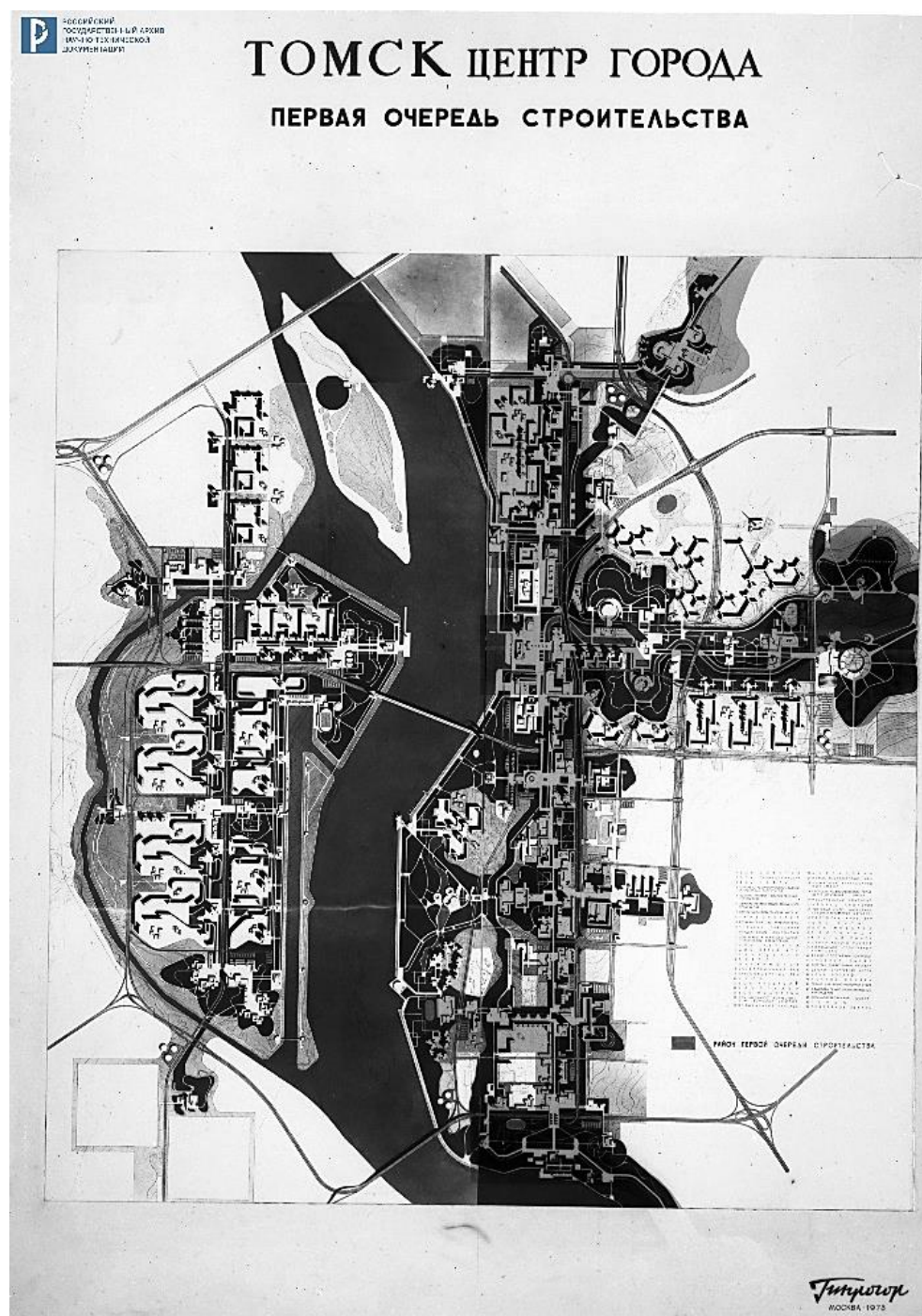


Рис. 1. Проект планировки застройки центра г. Томска (РГАНТД. Ф. Р-850. Оп. 9-4. Д. 247. Томск. Центр города. Первая очередь строительства)  
Fig. 1. The project of planning the Tomsk-city center development (archival document)



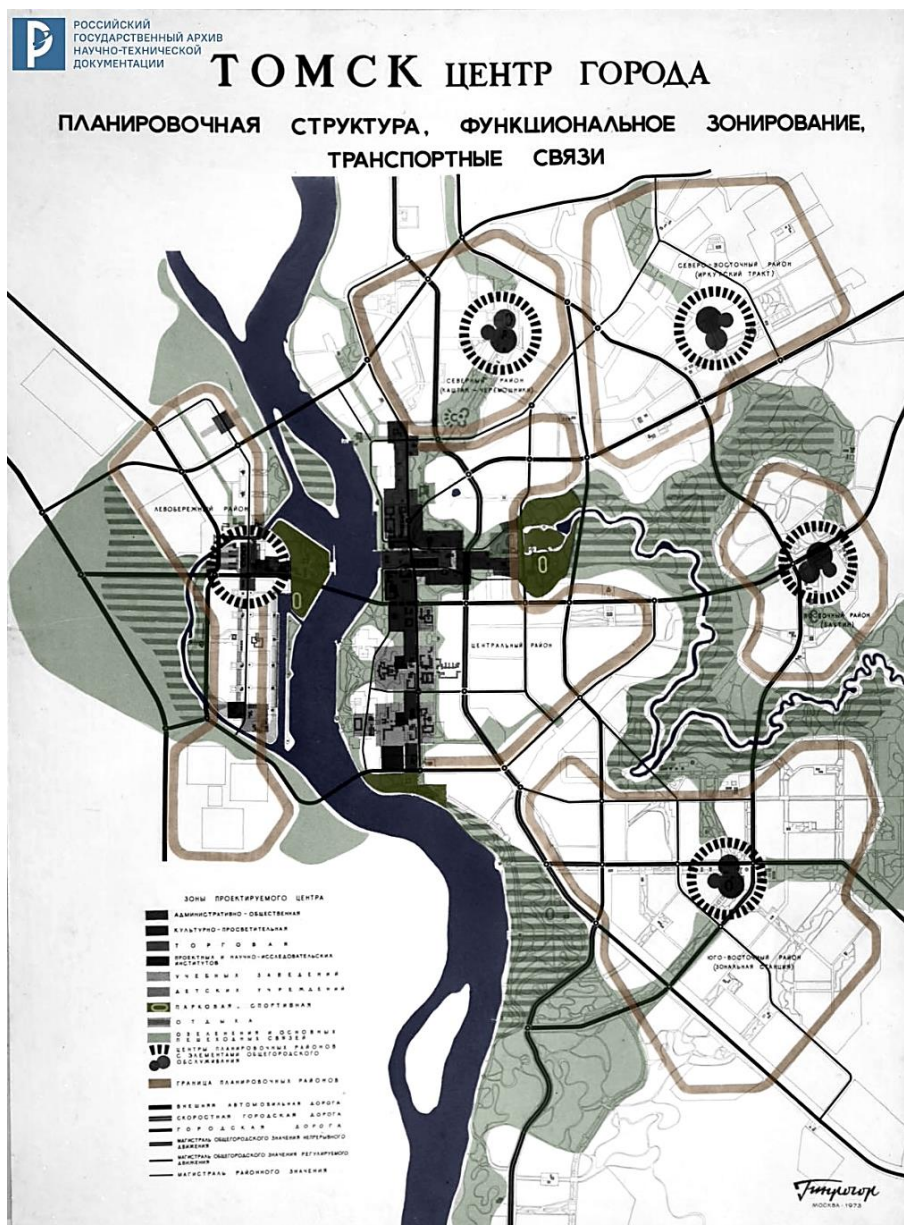


Рис. 2. Планировочная структура, функциональное зонирование, транспортные связи г. Томска (РГАНТД. Ф. Р-850. Оп. 9-4. Д. 247)

Fig. 2. Planning structure, functional zoning, transportation links of the city of Tomsk (archival document)

Специалисты института «Гипрогор» подробно проанализировали градостроительные особенности Томска и подготовили детальный отчет<sup>4</sup>. Анализи-

<sup>4</sup> РГАНТД. Ф Р-850. Оп. 9-4 Д. 247. Томск. Проект планировки и застройки центра (конкурсный проект).

руя застройку центральной части города, они обнаружили восемь ключевых проблем, требующих немедленного решения.

1. *Недостаточная площадь общественных помещений*: проектировщики подчеркнули, что общественные объекты, интегрированные в жилую застройку, не соответствуют современным требованиям города. Эти помещения часто не отвечали актуальным стандартам и нормативам, особенно в условиях быстрого роста города.

2. *Распределение общественных зданий вдоль ул. Ленина*: отдельные общественные сооружения, такие как областной комитет КПСС, Томский драмтеатр и университеты, расположены вдоль одной улицы, что создает неудобства и не способствует формированию полноценных общественных пространств.

3. *Отсутствие четкого зонирования*: территория центрального района плохо разделена на функциональные зоны. Отсутствие строгих границ между жилыми зданиями, общественными сооружениями и зелеными зонами приводит к хаотичному развитию и снижению комфорта городской среды.

4. *Нехватка парков и скверов*: центральная часть города испытывает недостаток зеленых зон, таких как парки и скверы. Например, Лагерный сад, несмотря на свою значимость, нуждается в благоустройстве и улучшении подходов к реке.

5. *Проблема с доступностью набережной*: исторически р. Томь играла важную роль в развитии города, однако сейчас доступ к ней ограничен. Набережная не обустроена должным образом и остается труднодоступной для горожан.

6. *Устаревшая жилая застройка*: жилые дома в центре города преимущественно старые, деревянные и нуждаются в реконструкции. Эта застройка создает непривлекательную визуальную картину и снижает престиж центра.

7. *Транспортные проблемы*: с ростом города увеличивается потребность в расширении транспортной сети. Однако существующие дороги и магистрали не справляются с нагрузкой, что затрудняет связь центральных районов с периферией.

8. *Промышленные предприятия в центре города*: генеральный план не предусматривает вывода ряда промышленных объектов из центра, что может негативно повлиять на экологию и архитектурный облик района.

Выявленные проблемы города было принято решать с учетом исходных данных, которые всегда закладывались на основе социального прогнозирования. Проектом 1973 г. предполагалось, что численность населения г. Томска, которая составляла 400 000 чел., согласно утвержденному в 1968 г. генеральному плану, должна была увеличиться до 600 000 чел. Появление в городе Томского нефтехимического комбината, не предусмотренного первоначальной планировочной концепцией, привело к увеличению прогнозных показателей численности населения до 700 000 чел.

Как крупный научный и культурный центр Западной Сибири, Томск должен был стать еще более привлекательным для жителей региона, и к 2000 г. ожидаемая численность населения составляла 800 000 чел.

Следует отметить, что по ряду историко-экономических причин данные прогнозы по увеличению численности населения не были реализованы. Согласно данным Росстата, на 2000 г. численность населения Томска составляла 482,1 тыс. чел.

### Факторы ландшафтной основы города

Архитекторы института «Гипрогор» понимали, что история развития Томска тесно связана с р. Томью. Тем не менее топографический анализ местности выявил ограниченный доступ к реке и отсутствие полноценной набережной. Прибрежные зоны были заняты дворами жилых и общественных зданий. Рельеф центральной части города характеризовался наличием двух террас – верхней и нижней, каждая из которых обладала уникальными гидрогеологическими условиями. Нижняя терраса, протянувшаяся вдоль рек Томи и Ушайки, весной затапливалась, что вызывало высокий уровень грунтовых вод. Строительство на данных территориях требовало серьезных инженерных мероприятий по защите от подтопления. Верхняя терраса, расположенная на так называемом коренном берегу, находилась значительно выше нижней. Разница в высоте между уровнем террас могла достигать 10–15 м, а в районе Лагерного сада – до 60 м. Эта территория была более защищенной от наводнений и требовала меньших объемов подготовительных работ перед началом строительства.

Низкая пойма р. Ушайки в районе главной городской площади, регулируемое русло этой реки и разнообразный микрорельеф «коренного берега» создавали благоприятные условия для дальнейшего композиционного развития застройки в восточном направлении. В этом же районе находилось несколько объектов культурно-исторического наследия, что придавало данной территории особую культурную ценность и значимость [5].

«Русло реки Ушайки в пределах проектируемого центра в основном сохранялось в своем естественном виде с необходимым благоустройством берегов, регулированием уровня воды и незначительным спрямлением в районе центрального ансамбля», – отмечалось в проекте<sup>5</sup>.

Таким образом, было решено, что восточная часть площади Ленина является наиболее перспективным и гармоничным направлением развития застройки с учетом природных и исторических особенностей местности.

Селитебная часть также была детально изучена. Было выявлено, что общий объем жилого фонда составлял 500 000 м<sup>2</sup>. В этом районе проживало около 80 000 чел., что соответствовало среднему показателю обеспеченности жильем на уровне 6,1 м<sup>2</sup> на человека.

Анализ структуры жилого фонда показал, что трех- и пятиэтажные дома составляли 25 %, двухэтажные – 55 % и одноэтажные – 20 % общего объема застройки. Среднее количество этажей в зданиях – 1,9. Большинство одно- и двухэтажных зданий были выполнены из дерева, а трех- и пятиэтажные – из камня. Оценка технического состояния выявила, что около половины зданий имели степень износа свыше 40 %, что по нормам того времени соответствовало удовлетворительному эксплуатационному состоянию.

Параллельно была проведена отдельная работа по определению периодов строительства зданий [6]. Было установлено, что около 60 % жилого фонда было построено до 1917 г., что свидетельствовало о значительном физическом

<sup>5</sup> РГАНТД. Ф Р-850. Оп. 9-4. Д. 247. Томск. Проект планировки и застройки центра (конкурсный проект).

и моральном износе. Примерно 10 % зданий было построено в период с 1917 по 1946 г., а 30 % – после 1946 г.

Плотность жилой застройки на 1 га составляла 1500 м<sup>2</sup>, в том числе в двухэтажных домах – 300 м<sup>2</sup>, в трех-пятиэтажных – 4200 м<sup>2</sup>. Средняя плотность жилой застройки на 1 га всей исследуемой территории составляла около 600 м<sup>2</sup>.

Большинство административных зданий было сосредоточено в центральной части города, включая площадь и проспект Ленина. Административные учреждения располагались как в отдельно стоящих зданиях, так и во встроенных помещениях. Например, здания обкома КПСС<sup>6</sup> (с 1982 г. здание занимал Томский областной художественный музей) и горисполкома<sup>7</sup> (ныне – администрация г. Томска). Однако стоит отметить, что с учетом темпов роста и развития города многие из этих помещений не соответствовали действующим на тот момент нормативам по площади.

В правобережной части города жилая и общественная застройка занимала около 50 % территории, улицы и площади – 20 %, пойма р. Ушайки, овраги и откосы р. Томи – 15 %. Зеленые насаждения составляли лишь около 10 % территории.

Предполагалось новое использование планируемой территории (табл. 1).

Таблица 1

Территориальное зонирование<sup>8</sup>

Table 1

## Territory zonation

№ п/п	Наименование территории по назначению	Территория, га	в % к итогу
1	Правобережная часть р. Томи Территория жилой застройки	340	37,8
2	Участки учреждений общественных и культурно-бытового назначения	80	8,9
3	Зеленые насаждения общего и ограниченного пользования: ботанический сад, стадионы	85	9,4
4	Улицы и площади	190	21,1
5	Промышленные, коммунальные, складские и прочие застроенные территории	75	8,8
6	Пойма р. Ушайки, овраги, склоны откосов р. Томи и прочие территории	130	14,5
	Итого	900	100
	Левобережная часть р. Томи	600	–
	Всего	1500	–

<sup>6</sup> Обком КПСС – областной комитет Коммунистической партии Советского Союза. Это был высший орган республиканской или областной организации КПСС между областными конференциями.

<sup>7</sup> Горисполком – городской исполнительный комитет. Это был орган исполнительной власти в городах СССР, выполнявший функции местного самоуправления.

<sup>8</sup> СНиП II-К.2-62. Планировка и застройка населенных мест. Нормы проектирования. Москва, 1967.

В границах района было сосредоточено большинство крупных культурно-просветительских учреждений города:

- два театра: Томский драматический театр и Томский областной театр кукол;

- Дом офицеров (здание находится в муниципальной собственности);

- филармония (в 1986 г. на центральной площади города было построено новое здание филармонии с Большим концертным залом.);

- Томский областной краеведческий музей с выставочным залом (работает по настоящее время);

- планетарий, который размещался сначала в здании Областного краеведческого музея (впоследствии использовавшегося как склад), затем – в здании Польского костела;

- кинотеатры: «Октябрь», «им. Горького» (закрыт в 2017 г.) [4], «Пионер» (сегодня – зрелищный центр «Аэлита»)<sup>9</sup>;

- клубы: «Строитель», Дворец культуры «Томский»;

- пять научно-технических вузовских библиотек, в числе которых Научная библиотека Томского государственного университета (ТГУ), библиотека Сибирского медицинского университета (СибГМУ), библиотека Томского педагогического института (ТГПИ), библиотека Института радиоэлектроники и электронной техники (ИРЭТ);

- три городские библиотеки: Городская центральная библиотека, Детская городская библиотека, Библиотека для взрослых и юношества;

- детская музыкальная школа, переехавшая в 1966 г. в здание по пр. Ленина, 42, где продолжает функционировать по настоящее время).

Из отдельно стоящих учреждений наиболее крупными являлись:

- магазины: «Детский мир» (администрация Томской области, пл. Ленина, 14), «Светлана» (возможно, по ул. Ленина, 99), «Дом быта» (торговый центр «Садко», ул. Красноармейская, 114);

- ресторан на проспекте им. Фрунзе – «Осенний лист» (позже – «Осень»).

- гостиницы: «Сибирь» и «Северная», последняя из которых на момент исследования оставалась в аварийном состоянии.

В границах планируемого района находился городской стадион на 20 000 зрителей, стадионы Томского политехнического института и Томского университета, плавательный бассейн, два спортивных корпуса, стрелковый тир и другие спортивные сооружения. В центральной части города также было расположено несколько учреждений здравоохранения, наиболее крупными из которых являлись корпуса Томского медицинского института, расположенные в капитальных зданиях. Остальные учреждения занимали изношенные здания или не имели требуемых санитарных зон.

В стадии строительства находились объекты: Областной драматический театр на 1000 мест, универмаг на пр. Ленина, спортивный зал с бассейном в районе Лагерного сада, кинотеатр по ул. Розы Люксембург, Дом радио по ул. Пушкина и несколько других.

<sup>9</sup> РГАНТД. Ф Р-850. Оп. 9-4. Д. 247. Томск. Проект планировки и застройки центра (конкурсный проект).

Томск продолжал укреплять свой статус как образовательный центр Сибири. В городе функционировало 6 институтов, 17 техникумов и 16 профтехучилищ, в которых обучалось 47 000 чел. На территории центрального района размещались: Томский государственный университет, Политехнический институт, Инженерно-строительный институт, Медицинский институт и Институт радиоэлектроники и электронной техники (ТИРИЭТ), общая численность студентов составляла 27,4 тыс. чел. Также в пределах района действовало 12 техникумов и 8 профтехучилищ с общим числом учащихся 10,4 тыс. чел. Большинство высших учебных заведений располагались в капитальных зданиях, однако не имели достаточных территорий для полноценного развития учебных и исследовательских процессов. Так, учебные и лабораторные корпуса Политехнического института были размещены на восьми разобщенных участках города.

Кроме того, в Томске, как в важном научном центре, было создано значительное количество научно-исследовательских институтов и проектных организаций, в которых работало около 10 тыс. чел. В соответствии с новым генеральным планом предполагалось, что их число возрастет вдвое. В восточной части города уже было начато строительство нового научного городка – Сибирского отделения Академии наук СССР.

Проектные организации, такие как «Томскгражданпроект», отделение Новосибирского «Тисизпроекта», проектно-конструкторское бюро комбината «Томлес» и другие, размещались рассредоточенно и занимали площади, недостаточные для их полноценного функционирования. Общий объем застроенной среды для учреждений общегородского значения составлял 2240 тыс. м<sup>3</sup>, или 6,2 м<sup>3</sup> на одного жителя города.

Результаты исследования указали на необходимость комплексной модернизации центрального района Томска с учетом изменений основных функций города, включая обновление жилого фонда, улучшение транспортной инфраструктуры, повышение качества общественных пространств и развитие образовательной и научной базы.

### **Принципы градостроительного преобразования, предложенные институтом «Гипрогор»**

Выявленные проблемы и особенности градостроительной ситуации в г. Томске были учтены специалистами института, на их основе была разработана концепция генерального плана, основанная на следующих принципах:

1. «Дальнейшее развитие исторического центра города с учетом генерального плана Томска 1968 г., учитывая перспективы развития и климатические особенности».
2. «Четкое функциональное зонирование центральной части города».
3. «Формирование композиции из крупных узлов общественной застройки, создающих единую систему городского центра, где уникальные условия расположения каждого узла определяют его индивидуальный облик»<sup>10</sup>.

Стоит отметить, что эти три принципа отражают современную ситуацию в городе и не являются утопическими для развития государства того времени.

<sup>10</sup> РГАНТД. Ф Р-850. Оп. 9-4. Д. 247. Томск. Проект планировки и застройки центра (конкурсный проект).

Все три принципа направлены на формирование современного, комфортного и эстетически привлекательного городского пространства, объединяющего традиции прошлого и инновационные решения будущего.

Кроме того, были сформулированы основные принципы организации транспортного обслуживания центра города. Они включали в себя следующие положения:

1. Обеспечение быстрого соединения центра с жилыми и промышленными районами, а также освобождение его от транзитного трафика.
2. Организация системы автомобильных стоянок.
3. Формирование пешеходного центра с разветвленной сетью площадей и улиц.
4. Предоставление услуг общественного транспорта всех видов в центре города.
5. Пересечение основных пешеходных направлений с транспортными магистралями должно было осуществляться на разных уровнях.

Согласно генеральному плану проекта, в городе должны были функционировать следующие виды пассажирского транспорта: трамвай (включая скоростные участки), троллейбус, автобус (в том числе экспресс-маршруты), маршрутное и индивидуальное такси.

К моменту разработки проектного плана система общественного транспорта уже существовала. Однако анализ краткой исторической ретроспективы показал, что не все запланированные мероприятия были реализованы. К концу 1990-х гг. большинство государственных и муниципальных предприятий, осуществлявших городские пассажирские перевозки, оказались банкротами.

### **Проектные предложения института «Гипрогор»**

В целом анализ проектных предложений в первую очередь позволяет утверждать, что архитекторы-градостроители обладали детальным пониманием комплекса проблем, связанных с исследуемой территорией.

В эскизном проекте планировки центральной части города были выделены три основные территориальные зоны:

1. Исторически сложившийся центр.
2. Перспективная зона активного развития с разделением на функциональные зоны.
3. Территория для жилой застройки с общественными узлами.

Особое внимание в проекте уделялось размещению объектов общегородского значения.

В жилых кварталах предусматривалось возведение общественных сооружений для регулярного и ежедневного использования общим объемом 2,9 млн м<sup>3</sup>.

Для формирования общегородского центра потребовалось бы снести около 800 тыс. м<sup>3</sup> зданий административно-общественного, хозяйственного, культурно-бытового и учебного назначения. Эти здания не соответствовали своему назначению и были признаны малоценными.

Таким образом, объем сносимых и выносимых зданий составлял примерно четверть от общего числа существовавшей тогда застройки.

Необходимые объемы и емкости учреждений обслуживания общегородского значения были рассчитаны в соответствии с действующими нормати-

вами – СНиП, с учетом сложившейся практики проектирования городских центров и рекомендаций ЦНИИП Градостроительства<sup>11</sup>. Общая плотность застройки должна была увеличиться в 4,5 раза. В табл. 2 представлены объемы предлагаемого строительства в центральном районе.

Новое жилищное строительство предлагалось вести преимущественно многоэтажными домами (9 этажей и выше). В правобережной части города выбор этажности был обусловлен экономическими соображениями, тогда как в левобережной – необходимостью освоения дорогостоящих территорий.

Таблица 2

**Объемы предлагаемого строительства в центральном районе г. Томска  
согласно плану 1973 г.**

Table 2

**Volumes of proposed construction at the Tomsk centre according to plan 1973**

Назначение учреждений	Объем зданий тыс. м <sup>3</sup>		
	Всего	В том числе	
		существующие сохранные	новое строительство
Административно-хозяйственные и общественные учреждения	1170	140	1030
Культурно-просветительские учреждения	1240	135	1105
Предприятия торговли и общественного питания	485	40	445
Коммунальные учреждения и учреждения бытового обслуживания	490	25	465
Спортивные сооружения	325	20	305
Научно-исследовательские учреждения и проектные организация	500	60	440
Прочие учреждения (речной порт и др.)	130	70	60
Специальные учебные заведения	2090	920	1170
Итого	6430	1410	5020
Неучтенные и резервные учреждения, 20 % от вновь намеченного объема строительства	1000	–	1000
Всего	7430		

Плотность жилого фонда на 1 га территории жилой застройки была принята около 5000 м<sup>2</sup> – по аналогии с плотностью, установленной для Москвы (СНиП II-к-62, ВСН II-71).

<sup>11</sup> ЦНИИП Градостроительства – Центральный научно-исследовательский и проектный институт градостроительства.



Объем нового строительства составлял 2600 тыс. м<sup>2</sup>, из них 1300 тыс. м<sup>2</sup> – в левобережной части города, 1250 тыс. м<sup>2</sup> – в правобережной. Сохраняемый жилищный фонд учитывался в объеме 100 тыс. м<sup>2</sup>.

Таким образом, общий объем жилого фонда должен был составить 2700 тыс. м<sup>2</sup>, что обеспечивало проживание около 225 тыс. чел. (при расчетной норме обеспеченности жильем 12 м<sup>2</sup> на человека). Отдельно предусматривалось строительство студенческого городка на правом берегу р. Томи (на 12 тыс. студентов), студенческих общежитий при строительном институте и в новом учебном комплексе в левобережной части (на 4 тыс. студентов).

Убыль жилого фонда в правобережной части (на 400 тыс. м<sup>2</sup>) была связана с организацией общегородского центра и ликвидацией ветхих строений. Сносу подлежали в основном неблагоустроенные деревянные дома дореволюционной постройки.

В восточной части района в проект дополнительно были включены 130 га территории: 50 га – под стадион, 33 га – Михайловская роща, 27 га – водное зеркало, 20 га – прочие территории.

**Правобережная часть города.** В рамках реализации плана развития Томска предусматривалось создание завершенного комплекса жилых и общественных зданий в зоне первоочередного строительства, который должен был сформировать новый общегородской центр и часть набережной рек Томи и Ушайки (рис. 3).



Рис. 3. Макет проекта планировки застройки центра г. Томска (РГАНТД. Ф. Р-850. Оп. 9-4. Д. 247)

Fig. 3. Planning project of Tomsk city center development (archival document)

Для этого предполагалось размещение нового строительства на участках с низкой плотностью жилого фонда и высокой степенью износа. Также планировалось размещение общественных сооружений, предусмотренных пятилетним планом развития г. Томска.

К первой очереди работ относилась реконструкция центральной части города. В частности, предусматривалась реконструкция пл. Ленина с размещением Дома Советов, драматического театра на 1000 мест, гостиницы, Дома нефти, выставочного зала и административного здания. Завершающим этапом намечалось благоустройство площади и набережной р. Ушайки.

Через 10–12 лет после реализации проекта центр города должен был стать развитым, функционально зонированным и благоустроенным, удобным для жителей и туристов. Общая кубатура учреждений городского значения составляла по планам архитекторов около 1,5 млн м<sup>3</sup>, или 30 % от общего объема нового культурно-бытового строительства.

**Левобережная часть города.** Одним из важных направлений развития города являлось освоение левого берега р. Томи и формирование современной инфраструктуры на этой территории. Учитывалось композиционное значение левого берега как перспективной зоны размещения ряда важных объектов, включая административные, культурно-бытовые и спортивные сооружения. Эти объекты в сочетании с аналогичными сооружениями правобережного центра позволили бы расширить его границы и сделать этот район более представительным.

После строительства транспортного моста через реку планировалось укрепление композиционной и визуальной связи этой части общественной застройки с основным ядром общегородского центра, что сделало бы эту связь еще более значимой и тесной.

Для развития левобережной части города предполагалось запроектировать следующие объекты: дом культуры с библиотекой; кинотеатр; выставочный зал; гостиница с рестораном и кафе; предприятия торговли и общественного питания; учебно-научный комплекс на базе нефтехимического комбината; специализированные предприятия торговли (150 раб. мест), общественного питания (400 пос. мест) и бытового обслуживания (300 раб. мест); водноспортивный комплекс (гребной канал, яхт-клуб, водно-моторный клуб); закрытый плавательный бассейн, спортивный корпус<sup>12</sup>.

### Заключение

Генеральный план застройки центральной части Томска 1973 г. являлся прогрессивным для своего времени проектом, отражающим государственную стратегию развития городов в рамках советского градостроительства. Основной концепцией проекта стало создание городского центра с четким разделением на функциональные зоны и организацией территорий с индивидуальными общественными пространствами, однако эта идея не была реализована в полной мере из-за различных факторов, в частности изменения социально-экономических условий и сопротивления со стороны общественности в вопросах сохранения исторического наследия.

<sup>12</sup> ВСН 2-71. Указания по проектированию сети физкультурно-спортивных сооружений городов и поселков городского типа. Москва, 1972.

В левобережной части города, в районе с населением более 100 тыс. чел., связанном со строительством химического комбината недалеко от Томска, предполагалось возведение многоквартирных домов до девяти этажей и выше. Такая этажность определялась необходимостью эффективного освоения дорогостоящих земельных участков с высокими затратами на инженерную подготовку и дорожное строительство. Дома строились с учетом норматива жилой площади 12 м<sup>2</sup> на чел., что сегодня уже не соответствует современным стандартам (к 2024 г. этот показатель увеличился до 33 м<sup>2</sup>). Строительство левобережного микрорайона на 10 тыс. жителей началось лишь в 2021 г. и активно продолжается до сегодняшнего времени.

Развитие правобережной части Томска ориентировалось на использование центральной территории наиболее эффективным образом. Здесь, согласно плану, должен был появиться студенческий кампус с развитой инфраструктурой, рассчитанный на 12 тыс. студентов. Норматив жилой площади составлял 8 м<sup>2</sup> на чел., хотя современный стандарт равен 6 м<sup>2</sup>/чел. Помимо кампусов, планировалось строительство общежитий на 4 тыс. чел., расположенных рядом со строительным институтом и новым учебным комплексом. Дискуссии о размещении межвузовского кампуса на левом берегу р. Томи ведутся с 2019 г., вызывая как одобрение, так и критику среди разных групп населения.

Проект 1973 г. также включал реконструкцию исторического центра и строительство нескольких крупных общественных объектов в рамках пятилетнего плана развития Томска. Однако многие из них не были реализованы. Среди незавершенных задач – восстановление деревянной крепости на Воскресенской горе для размещения экспозиции краеведческого музея (частично выполнено), благоустройство Лагерного сада, создание пешеходной зоны на пр. Ленина, а также возведение учебных корпусов, общежитий и спортивного парка в университетском городке<sup>13</sup>.

Анализ советского опыта планировки городов показал, что многие проблемы, выявленные в середине XX в., остаются актуальными и сегодня. Генплан 1973 г. отражал государственную стратегию развития городов и содержал важные предложения по улучшению городской среды, такие как четкое зонирование территории, развитие транспортной инфраструктуры, сохранение исторического наследия и создание комфортной городской среды.

План был ориентирован на развитие левобережья и использование прибрежных зон малых рек. Этот проект основывался на генеральном плане 1968 г., но столкнулся с сопротивлением общественности в связи со сносом исторических зданий. Именно поэтому в конкурсных проектах 1973 г. были учтены эти замечания.

Вопросы экологии в проекте рассматривались комплексно во взаимосвязи селитебной и производственных зон. Попытка дифференцировать транспортные потоки и сформировать в центральной части прибрежные рекреационные зоны свидетельствует о зарождении экологического подхода. Однако пришлось бы пожертвовать уникальными историческими районами, которые сегодня вошли в границы «Исторического поселения Томска» и являются памятниками архитектуры.

<sup>13</sup> СНиП II-K.2-62. Планировка и застройка населенных мест. Нормы проектирования. Москва, 1967.

Текущие проблемы Томска, которые совпадают с выявленными в 1973 г, включают:

- недостаточное количество парковых зон и зеленых насаждений;
- устаревший и ветхий жилой фонд;
- недостаточная развитость транспортной инфраструктуры;
- отсутствие четкого зонирования территории;
- ограниченный доступ к р. Томи.

Эти проблемы свидетельствуют о необходимости продолжить работу над градостроительными решениями, предложенными в генплане 1973 г., для повышения качества жизни в городе.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Малинина С.В.* Отечественная модель градостроительного планирования в XVI – начале XX вв.: опыт освоения новых территорий // *Архитектура и современные информационные технологии.* 2024. № 1 (66). С. 210–223. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-210-223. EDN: HFFNWK
2. *Меерович М.Г.* Гипрогор. Первые годы деятельности // *Архитектурное наследие.* Санкт-Петербург, 2014. Вып. 61. С. 294–312.
3. *Стародубцева Е.О.* Применение западного опыта градостроительного планирования в постсоветских реалиях. Исследование на примере Стратегического мастер-плана г. Перми // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика.* 2012. № 4 (8). С. 7–22. EDN: PKAFWH
4. *Залесов В.Г., Манонина Т.Н.* Кинотеатр имени М. Горького в Томске: реконструкция и модернизация 1960-х гг. // *Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения: материалы XII Международной научно-практической конференции, Томск, 01–04 марта 2022 г. Часть 1.* Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. С. 291–299. EDN: XJOWOC
5. *Корнев В.И., Залесов В.Г.* Градостроительное развитие Томска // *Строительные материалы.* 2002. № 7. С. 8–9. EDN: IBEFGF
6. *Беспалова Д.А., Литвинова О.Г.* Ценностные характеристики жилой застройки советского периода 1944–1962 гг. в г. Томске // *Избранные доклады 63-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых, Томск, 20 апреля 2017 г.* Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. С. 369–375. EDN: YQHCWH

#### REFERENCES

1. *Malinina S.V.* Russian Model of Urban Planning in the 16th and Early 20th Centuries: Experience in Developing New Territories. *Arkitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii.* 2024; 1 (66): 210–223. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-210-223. EDN: HFFNWK. (In Russian)
2. *Meerovich M.G.* Giprogor. The First Years of Activity. *Arkhiturnoe nasledstvo.* 2014; (61): 294–312. (In Russian)
3. *Starodubtseva E.O.* Application of Western Experience in Urban Planning in Post-Soviet Realities. A study based on the example of the strategic master plan for the city of Perm. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Urbanistika.* 2012; 4 (8): 7–22. EDN PKAFWH (In Russian)
4. *Zalesov V.G., Manonina T.N.* Gorky Cinema in Tomsk: Reconstruction and Modernization of the 1960s. In: *Proc. 12th Int. Sci. Conf. 'Investments, Construction, Real Estate as Drivers of Socio-Economic Development and Life Quality of Population'*. March 1–4, 2022. Part 1. Tomsk: TSUAB, 2022. Pp. 291–299. EDN: XJOWOC (In Russian)
5. *Korenev V.I., Zalesov V.G.* Urban Development of Tomsk. *Stroitel'nye materialy.* 2002; (7): 8–9. EDN: IBEFGF (In Russian)

6. *Bespalova D.A., Litvinova O.G.* Value Characteristics of Residential Development of the Soviet Period of 1944–1962 in Tomsk. In: *Proc. 63rd Sci. Conf. of Students and Young Scientists*, April 20, Tomsk: TSUAB, 2017. Pp. 369–375. EDN: YQHCWH (In Russian)

#### Сведения об авторах

*Колупаева Ксения Ивановна*, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [ksushakolupaeva@gmail.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:litvinovaolga1982@gmail.com)

#### Вклад авторов

*Колупаева К.И.* – поиск и систематизация источников, анализ данных, подготовка текста, итоговые выводы.

*Литвинова О.Г.* – научное руководство, концепция исследования, методология, итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Author contributions

*Kolupaeva K.I.*, resources, data curation, writing – original draft preparation, conclusions.

*Litvinova O.G.*, supervision, conceptualization, methodology, conclusions.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.03.2025  
Одобрена после рецензирования 11.04.2025  
Принята к публикации 05.05.2025

Submitted for publication 27.03.2025  
Approved after review 11.04.2025  
Accepted for publication 05.05.2025



Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 50–63.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 50–63.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 712.256

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-50-63

EDN: GFCPTZ

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПОРТИВНО-ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ СТАРШИХ ШКОЛЬНИКОВ И ПОДРОСТКОВ

**Хава Виситаевна Мицаева, Евгений Николаевич Поляков**

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

**Аннотация.** Актуальность работы обусловлена необходимостью создания спортивно-игровых площадок для старших школьников и подростков, отвечающих современным требованиям безопасности, функциональности и стимулирования физической активности. Существующие площадки часто не учитывают специфических потребностей этой возрастной группы, не обеспечивая достаточного уровня физической нагрузки и социального взаимодействия.

**Цель** исследования – разработать рекомендации по проектированию спортивно-игровых площадок, учитывающие возрастные и психологические особенности старших школьников и подростков, а также обеспечивающие безопасность и стимулирующие здоровый образ жизни. В статье анализируется существующий опыт проектирования подобных площадок, рассматриваются современные материалы и конструкции, а также оптимальные варианты функционального зонирования.

**Методика** исследования включает обзор литературы по проектированию спортивно-игровых площадок, в том числе анализ существующих проектов для выявления проблем.

**В результате** выявлены ключевые характеристики эффективных спортивно-игровых площадок для данной возрастной группы.

**Ключевые слова:** спортивно-игровые площадки, старшие школьники, подростки, спортивные игры, функциональное зонирование, безопасность, спортивное оборудование, спортивное покрытие, освещение

**Для цитирования:** Мицаева Х.В., Поляков Е.Н. Проектирование спортивно-игровых площадок для старших школьников и подростков // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 50–63. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-50-63. EDN: GFCPTZ

## ORIGINAL ARTICLE

# PLAYGROUND DESIGN FOR SCHOOLBOYS AND TEENAGERS

**Khava V. Mitsaeva, Evgeny N. Polyakov**

*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

**Abstract.** It is necessary to create playgrounds for schoolboys and teenagers that meet modern requirements for safety, functionality and physical activity. Existing venues often do not con-

sider specific needs of this age group, and do not provide a sufficient level of physical exertion and social interaction.

*Purpose:* The development of recommendations for the design of playgrounds that take into account age and psychological characteristics of schoolboys and teenagers as well as ensure safety and healthy lifestyle.

*Methodology:* The analysis of the experience in design of such sites, discussion of modern materials and structures, and optimum functional zoning. The literature review of playground design.

*Research finding:* The key characteristics are given to playground design for this age group.

**Keywords:** playground design, schoolboys, teenagers; sports games, functional zoning, safety, sports equipment, sport surface, lighting

**For citation:** Mitsaeva Kh.V., Polyakov E.N. Playground Design for Schoolboys and Teenagers. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 50–63. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-50-63. EDN: GFCPTZ

## Введение

Современное общество все больше осознает важность физической активности и здорового образа жизни, особенно в подростковом возрасте, когда формируются привычки и закладываются основы для дальнейшего развития. Для детей спорт играет важную роль в социальном и физическом развитии. Благодаря спорту дети знакомятся со своим социальным окружением, лучше общаются с друзьями и повышают свою самооценку [1].

К сожалению, несмотря на очевидную потребность, существующая инфраструктура спортивных и игровых пространств далеко не всегда отвечает динамично меняющимся интересам и запросам современных школьников. Нередко привычные площадки словно застыли во времени, не способны пробудить интерес, предложить адекватный вызов или обеспечить должный уровень безопасности, не учитывают возрастные и психологические особенности юного поколения. Дефицит стимулирующей, вдохновляющей и, главное, безопасной среды приводит к закономерному снижению двигательной активности, ограничивает возможности для полноценного социального взаимодействия и в конечном итоге негативно сказывается на общем благополучии подрастающего поколения.

В свете вышесказанного разработка инновационных и эффективных решений в области проектирования спортивно-игровых пространств для старшеклассников и подростков приобретает особую актуальность и значимость. Это не просто задача благоустройства территории, а насущная необходимость, требующая научного обоснования, нестандартного мышления и смелого внедрения передовых технологий. Проектирование таких пространств должно базироваться на глубоком понимании психологии подростков, их интересов, потребностей и стремлений.

Настоящая работа посвящена всестороннему исследованию современных подходов к проектированию спортивно-игровых пространств нового поколения.

Цель исследования – выявление оптимальных решений для создания функциональных, безопасных и эстетически привлекательных сред, способствующих гармоничному физическому развитию, активной социализации, формированию здорового образа жизни и раскрытию творческого потенциала

старшекласников и подростков. Необходимо создать не просто площадки, а центры притяжения, где юные граждане смогут не только укреплять свое здоровье и развивать спортивные навыки, но и находить друзей.

Задачи исследования: комплексный анализ текущего состояния проектирования спортивно-игровых площадок для старших школьников и подростков и разработка решений, направленных на создание эффективных и привлекательных пространств.

### Виды спортивных площадок

Спортивные игры – это высшая ступень подвижных игр, правила в них строго регламентированы, они требуют специальных площадок и оборудования [2]. Спортивные площадки для детей старшего школьного возраста играют важную роль в их физическом развитии, социализации и общем благополучии. Многофункциональные площадки предлагают детям оптимальные условия для физической активности, укрепления здоровья и развития спортивных навыков. Достижение целей на игровом поле учит детей тому, что можно добиться любой другой цели, поставленной в жизни [3].

Одной из ключевых особенностей спортивных площадок для старшего школьного возраста является их многофункциональность. Многофункциональные спортивные площадки разрабатываются с учетом разнообразия видов спорта и активностей, что позволяет удовлетворить интересы и потребности детей разных возрастных групп. Например, такие площадки могут включать в себя футбольные поля, баскетбольные и волейбольные площадки, теннисные корты и другие спортивные зоны. Это позволяет детям выбирать тот вид спорта, который им нравится, и принимать участие в командных играх или занятиях индивидуального характера (рис. 1).



Рис. 1. Спортивная площадка<sup>1</sup>  
Fig. 1. Playground

Беговые дорожки – важный элемент детской спортивной площадки, предоставляющий выделенное пространство для бега и развития выносливости. Бег на свежем воздухе укрепляет сердечно-сосудистую систему, развивает

<sup>1</sup> URL: <https://sportishka.com/komandnye-vidy-sporta/25564-mnogofunkcionalnaja-sportivnaja-ploschadka.html>

дыхательную систему и улучшает общую физическую подготовку детей. Беговые дорожки могут быть оборудованы специальными покрытиями, которые снижают нагрузку на суставы и предотвращают возможные травмы, обеспечивая комфорт и безопасность для бегающих детей (рис. 2).



Рис. 2. Беговые дорожки на территории игровой площадки<sup>2</sup>  
Fig. 2. Running tracks on the playground

На спортивных площадках также устанавливаются тренажеры на открытом воздухе (рис. 3), позволяющие детям заниматься силовыми упражнениями, улучшать гибкость и развивать мышцы. Тренажеры включают в себя различные устройства, такие как горизонтальные и вертикальные штанги, скамьи для пресса, брусья, шведские стенки и многое другое. Такие тренажеры помогают детям развивать силу, выносливость и координацию движений, предоставляя возможность для самостоятельной тренировки или занятий под руководством тренера.



Рис. 3. Тренажеры на открытом воздухе<sup>3</sup>  
Fig. 3. Outdoor exercise equipment

<sup>2</sup> URL: [https://tyumen.pulscen.ru/products/pokrytiye\\_dorozhek\\_rezinovoy\\_kroshkoy\\_61897808](https://tyumen.pulscen.ru/products/pokrytiye_dorozhek_rezinovoy_kroshkoy_61897808)

<sup>3</sup> URL: <https://dalmdr.ru/node/3349>

Среди многообразия спортивных зон, предназначенных для старшеклассников, особое место, притягивающее их взгляды и сердца, занимают скейт-парки – настоящие оазисы для тех, кто не представляет своей жизни без доски на колесах, ветра в лицо и головокружительных трюков. Эти экстремальные арены – не просто спортивные площадки, а целые вселенные, где царит дух свободы, творчества и бесконечного самосовершенствования.

В скейт-парках (рис. 4), словно на другой планете, возвышаются рампы, словно горные вершины, красуются хафпайпы, манящие к полетам, извиваются перила, предлагающие испытать свою ловкость и мастерство. Каждый элемент – это вызов, приглашение к новым экспериментам и покорению неизведанных горизонтов. Скейт-парк – это плацдарм, где юные райдеры оттачивают навыки координации, учатся удерживать равновесие и закаляют свою смелость, превращаясь в настоящих виртуозов скейтбординга.

Скейт-парк – это не просто набор препятствий, это пространство для самовыражения, где каждый может проявить свою индивидуальность, создать свой уникальный стиль, придумать новые трюки и поделиться своей страстью с единомышленниками. Здесь царит атмосфера поддержки и вдохновения, где все готовы прийти на помощь, поделиться опытом и подбодрить в трудную минуту. Скейт-парк – это больше, чем просто спортивная площадка, это комьюнити, образ жизни, способ выразить себя и найти свое место в мире.



Рис. 4. Экстремальные площадки для младших школьников и подростков<sup>4</sup>

Fig. 4. Extreme playgrounds for schoolchildren and teenagers

Водные спортивные арены, представляющие собой оазисы прохлады и развлечений, служат привлекательной альтернативой традиционным спортивным пространствам, особенно благодаря своему расположению у водоемов и бассейнов. Это не просто места для плавания, а целые акватории возможностей, где молодость и энергия сливаются в едином порыве, покоряя водную стихию.

Водные спортивные площадки (рис. 5) предлагают разнообразные активности: от возможности почувствовать себя профессиональным пловцом, рассекая дорожки бассейна, или бесстрашным аквалангистом, исследуя подводные глубины, до захватывающих водных горок и безопасных игровых зон для самых ма-

<sup>4</sup> URL: <https://www.mos.ru/news/item/97580073/>



леньких. Однако это не только источник удовольствия, но и прекрасный способ укрепить здоровье, развить навыки плавания и приобщиться к водным видам спорта. Регулярные занятия в воде способствуют развитию дыхательной системы, укреплению мышц, улучшению осанки и повышению выносливости, а также воспитывают дисциплину, развивают координацию и умение работать в команде, открывая новые возможности для саморазвития и спортивных достижений.



Рис. 5. Водная спортивная площадка<sup>5</sup>  
Fig. 5. Water playground

Спортивные площадки для детей старшего школьного возраста имеют огромное значение для их физического и эмоционального развития. Они способствуют укреплению здоровья, развитию социальных навыков, смелости, сотрудничества и соревновательного духа. Спортплощадки создают позитивную и активную среду, где дети могут проводить время с друзьями, заниматься спортом и открыть для себя новые возможности. Они важны для поддержания здорового образа жизни у детей и формирования фундамента для их будущих спортивных достижений.

#### **Универсальные спортивные площадки для детей старшего школьного возраста**

Спортивные игровые площадки на открытом воздухе являются неотъемлемой частью здорового образа жизни. В возрасте 7–12 лет большое значение для детей приобретают спортивные игры с соревновательной составляющей [4]. Современные спортивные площадки представляют собой комплексный подход, включающий специальные покрытия и необходимое оборудование для занятий различными видами спорта.

Палитра спортивных возможностей для подростков сегодня поражает своим разнообразием. Особое место занимают универсальные спортивные площадки – многофункциональные комплексы, стирающие границы между различными видами спорта и предлагающие каждому найти занятие по душе. На одном пространстве мирно соседствуют футбольные баталии, волейбольные взлеты,

<sup>5</sup> URL: [https://stock.adobe.com/ru/search?k=water+playground&asset\\_id=65975403](https://stock.adobe.com/ru/search?k=water+playground&asset_id=65975403)

баскетбольные маневры и целый калейдоскоп других спортивных дисциплин, создавая неповторимую атмосферу активности и соревновательного духа.

Однако создание по-настоящему универсальной площадки – задача не из легких, требующая учета множества нюансов и соблюдения строгих требований. Ведь это не просто асфальтированная территория с разметкой, а сложный организм, функционирующий в любое время года и при любой погоде, устойчивый к вандализму и способный выдержать натиск самых активных пользователей.

При проектировании универсальной спортивной площадки необходимо учитывать ряд ключевых аспектов, гарантирующих ее функциональность, безопасность и долговечность.

*Всепогодность и всесезонность:* площадка должна быть спроектирована таким образом, чтобы на ней можно было заниматься спортом круглый год, вне зависимости от погодных условий. Это предполагает наличие качественного дренажа, устойчивого к перепадам температуры покрытия и, возможно, системы подогрева.

*Мультиспортивность:* площадка должна предоставлять возможность для занятий несколькими видами спорта, что требует грамотной разметки, установки соответствующего оборудования (баскетбольные корзины, волейбольные стойки, футбольные ворота и т. д.) и выбора покрытия, подходящего для разных видов активности.

*Антивандальность и долговечность:* все элементы площадки – от покрытия до ограждений и спортивного оборудования – должны быть устойчивы к вандализму и механическим повреждениям, что обеспечит ее долговечность и снизит затраты на обслуживание.

*Универсальное покрытие:* выбор покрытия – один из ключевых аспектов, определяющих функциональность площадки. Оно должно быть безопасным, износостойким, обеспечивать хорошее сцепление и амортизацию, а также подходить для разных видов спорта.

*Минимальная инфраструктура:* для комфортного использования площадки необходимо предусмотреть наличие минимальной инфраструктуры, включающей скамейки для отдыха, гардеробную для переодевания, помещение для хранения спортивного инвентаря и возможность подключения электропитания для освещения в темное время суток.

Проектирование и строительство спортивных площадок, отвечающих всем указанным требованиям, является инвестицией в здоровье и благополучие подрастающего поколения. Такие площадки становятся центрами притяжения для молодежи, предлагая им разнообразные возможности для активного отдыха, улучшения физической формы, развития координации и социализации, формируя тем самым основу для здорового и счастливого будущего. Универсальные спортивные площадки (рис. 6) представляют собой оптимальное решение для круглогодичного использования, позволяя проводить занятия на открытом воздухе вне зависимости от сезона. Комплексное оснащение таких площадок может включать многофункциональные игровые зоны, предназначенные для командных видов спорта, а также гимнастические и тренажерные комплексы, рассчитанные на различные группы мышц и уровни физической подготовки.



Рис. 6. Универсальная спортивная площадка<sup>6</sup>  
Fig. 6. Universal playground

Типовая универсальная площадка рассчитана на широкий спектр спортивных активностей, включая игры в футбол, баскетбол, волейбол, мини-футбол, гандбол, теннис, бадминтон и другие популярные виды спорта, а также на проведение занятий силовой гимнастикой и общефизической подготовкой. Соответствие современным стандартам и нормативным требованиям к плоскостным спортивным сооружениям для массовых занятий физической культурой гарантирует безопасность и комфорт тренировок, а также долговечность и функциональность площадки.

Тип, вид и оснащённость спортплощадки зависят, прежде всего, от того, является ли она открытой или закрытой. Основными составляющими спортивной площадки являются спортоборудование, покрытие, ограждение, освещение, а для открытых площадок ещё и система дренажа или водоотведения.

### Оборудование для спортивных площадок

Спортивные площадки для детей старшего школьного возраста обычно оснащены разнообразным оборудованием, предназначенным для активных физических занятий и развития различных навыков. На таких площадках можно, как правило, найти баскетбольные щиты (рис. 7), предназначенные для игры в баскетбол и оснащенные регулируемой высотой, чтобы соответствовать разным возрастным группам. На площадках также присутствуют футбольные ворота (рис. 8), которые позволяют детям играть в футбол на специально обозначенной площадке и могут иметь разные размеры в зависимости от возраста и навыков. Волейбольные сетки устанавливаются на специальных стойках или крепятся к существующим конструкциям.

Для расширения функциональности спортивных площадок целесообразно предусмотреть установку гимнастического оборудования, включающего турники, гимнастические кольца, веревочные лестницы и брусья. Эти элементы способствуют развитию ключевых физических качеств, таких как сила, гибкость, координация движений и выносливость, что особенно важно для всестороннего физического развития.

<sup>6</sup> URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/v-kostrome-postroyat-dve-novye-mnogofunktsionalnye-ploshchadki/>



Рис. 7. Баскетбольный щит<sup>7</sup>  
Fig. 7. Basketball shield



Рис. 8. Футбольные ворота<sup>8</sup>  
Fig. 8. Soccer gates

Современные тенденции в обустройстве спортивных зон подразумевают создание комбинированных игровых пространств, предлагающих широкий спектр возможностей для различных видов спорта и активного отдыха. В частности, спортивные комплексы могут включать площадки для игры в баскетбол, футбол и волейбол, объединенные в единую функциональную зону. Для оптимизации использования пространства и повышения удобства эксплуатации могут быть предусмотрены встроенные баскетбольные и волейбольные стойки, интегрированные непосредственно в периметр ограждения площадки.

Альтернативным решением является использование съемных волейбольных стоек, устанавливаемых в специальные закладные элементы (стаканы), предварительно смонтированные в основание площадки. Такая конструкция обеспечивает гибкость в моделировании спортивной зоны, позволяя оперативно изменять ее назначение в зависимости от текущих потребностей и предпочтений пользователей. Возможность быстрой смены конфигурации особенно актуальна для многофункциональных спортивных площадок, предназначенных для проведения различных мероприятий и тренировок.

Варианты ворот для мини-футбола могут быть как передвижными, так и встроенными в ограждение площадки. Баскетбольные стойки могут оснащаться щитами из стеклопластика, поликарбоната или влагостойкой фанеры, а также антивандальными кольцами с цепью. Материалы, используемые для изготовления спортивного оборудования, должны обладать устойчивостью к перепадам температуры и атмосферным воздействиям. Несмотря на надежность, даже самые прочные конструкции и турники со временем могут изнашиваться или повреждаться. Эксплуатация неисправного оборудования недопустима, поскольку представляет опасность для здоровья и жизни детей. Соответственно, следует предварительно узнать, насколько легко будет восстановить работоспособность конструкций [5].

### Ограждающие устройства

Ограждение спортивной площадки для детей старшего школьного возраста (рис. 9) выполняет несколько важных функций, начиная с обеспечения без-

<sup>7</sup> URL: <https://www.amazon.com.au/Basketball-System-Backboard-Height-Adjustable/dp/B08CF2RH8N>

<sup>8</sup> URL: <https://www.atlet-sport.ru/product/vorota-futbolnyie-statsionarnyie-732-kh-244-m>



опасности и создания благоприятной среды для физической активности и спортивных мероприятий. Прежде всего, ограждение обеспечивает безопасность, предотвращая несанкционированный доступ на площадку. Это особенно важно для детей старшего школьного возраста, которые могут быть более самостоятельными и склонными к риску, чем дети младшего возраста. Прочные и надежные материалы, такие как металл, сетка или пластик, обычно используются для создания ограждения, которое обеспечивает надежную защиту и предотвращает попадание посторонних лиц на площадку. Кроме обеспечения безопасности, ограждение спортивной площадки помогает поддерживать порядок и организацию на поле. Оно определяет четкие границы игрового пространства, позволяя детям ясно видеть, где начинается и заканчивается площадка. Это особенно важно для командных игр, где правильное размещение игроков и соблюдение правил требуют четкого понимания границ. Ограждение также помогает предотвратить возможные конфликты или споры, создавая ясные ориентиры для детей и предупреждая возможные столкновения.



Рис. 9. Ограждение спортивной площадки<sup>9</sup>  
Fig. 9. Fencing of playground

Ограждение спортивной площадки выполняет не только защитную, но и важную эстетическую функцию, способствуя созданию благоприятной среды для занятий спортом. Привлекательный дизайн и внешний вид ограждения, особенно для детей старшего школьного возраста, может значительно повысить мотивацию к физической активности. Применение ярких цветов, креативных форм или интеграция спортивных элементов в конструкцию ограждения способны стимулировать интерес к играм и тренировкам, формируя положительное отношение к спорту.

В настоящее время доступны различные материалы для изготовления ограждений, позволяющие адаптировать конструкцию к конкретным требованиям и бюджету. К ним относятся профильная труба, сетка-рабица, нейлоновая сетка, а также комбинированные решения, сочетающие преимущества разных

<sup>9</sup> URL: <https://ecopolisrf.ru/cases/sportivnaya-ploshhadka-5/>



материалов. Особого внимания заслуживают сварные панели высокого качества, изготовленные из стальных прутков диаметром 5 мм с полимерным покрытием, обеспечивающим долговечность и устойчивость к атмосферным воздействиям. Эти панели часто имеют V-образные ребра жесткости, повышающие их прочность и способность выдерживать нагрузки. Рекомендуемая высота ограждения варьируется в зависимости от назначения площадки: не менее 3 м по периметру и от 3 до 4 м на торцевых участках.

При проектировании ограждения для универсальных спортивных площадок первостепенное значение имеет обеспечение безопасности. Ограждение должно эффективно защищать игроков от травм при столкновениях и обладать амортизирующими свойствами, снижающими риск получения ушибов. Кроме того, необходимо учитывать прочность конструкции: ограждение должно выдерживать удары мячей, спортивного инвентаря и другие внешние воздействия, не деформируясь и не разрушаясь. Важно устанавливать вандалоустойчивые конструкции, чтобы обеспечить долговечность ограждения и снизить затраты на обслуживание. Кроме того, дизайн ограждения должен быть эстетичным и гармонично интегрироваться в окружающую архитектурную среду, создавая целостный и привлекательный облик спортивной площадки.

### Спортивное покрытие

Подготовка основания спортивной площадки предполагает асфальтирование и использование одного из видов спортивных покрытий, в зависимости от уровня и предназначения площадки. Для школьных площадок лучше всего подойдет наливное покрытие на основе резиновой крошки. Покрытие, созданное на основе резиновой крошки с полиуретановым связующим (рис. 10), представляет собой бесшовное, водопроницаемое трехцветное покрытие с выделенными игровыми зонами. Оно укладывается поверх подготовленного основания, такого как асфальт или бетон, и может использоваться как для игровых видов спорта, так и для общефизической подготовки.



Рис. 10. Покрытие спортивной площадки из резиновой крошки<sup>10</sup>  
Fig. 10. Playground surface made of rubber crumbs

Толщина слоя составляет 10–12 мм, покрытие имеет красно-сине-зеленую цветовую схему с выделенными игровыми зонами и маркировкой. Оно об-

<sup>10</sup> URL: <https://rezpo.ru/services/montage/rezinovoe-pokrytie-dlya-sportivnyh-ploshchadok/>

ладает водопроницаемостью, что исключает образование луж после дождя, и хорошо справляется с сезонными изменениями температуры. Упругая и нескользящая поверхность обеспечивает безопасные условия для занятий спортом и уменьшает риск травм. Резиновое покрытие также создает комфортные условия для игры на площадке в любое время суток. Кроме того, зимой на такой поверхности можно создавать каток без повреждения покрытия.

Выбранные покрытия для площадок должны быть безвредными для здоровья детей, указываться в проектной документации и удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий. В настоящее время по спортивно-технологическим качествам чаще применяются газонные (травяные) и синтетические покрытия, причем последние более универсальны, т. к. могут применяться почти для всех видов спорта [6].

### Освещение для спортивной площадки

Успех проведения спортивных мероприятий и тренировок зависит от качества освещения спортивных объектов. Освещение спортивных сооружений обеспечивает хорошую видимость и соответствует гигиеническим нормам и нормам безопасности.

Правильное освещение спортивных площадок (рис. 11) является неотъемлемой частью проведения соревнований.

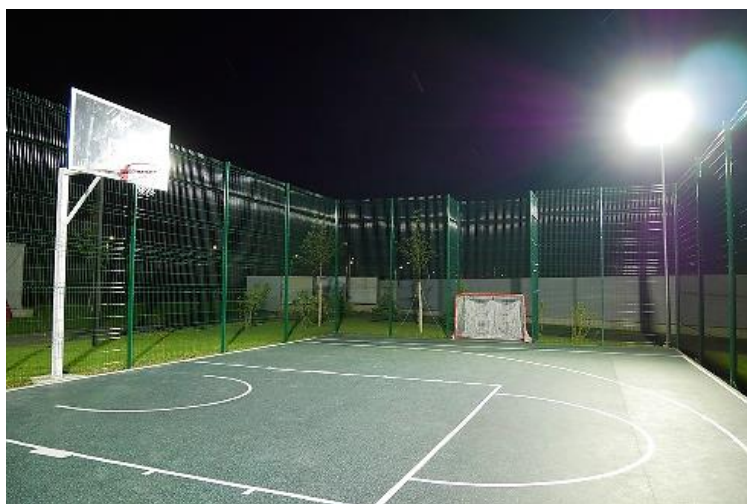


Рис. 11. Освещение для спортивной площадки<sup>11</sup>

Fig. 11. Lighting of playground

Плохое освещение может негативно сказаться на качестве игры и навредить здоровью детей. Для достижения равномерного освещения игровой зоны площадки требуется установка не менее шести мачт освещения, размещенных вдоль больших сторон. Высота опор освещения на спортивных площадках варьируется от 6 до 12 м в зависимости от размеров площадки. Опоры ставят на за-

<sup>11</sup> URL: <https://ledeffect.ru/projects/street/letovo/>

кладные детали фундамента, на каждой опоре устанавливается от 1 до 4 прожекторов с металлогалогенными лампами мощностью 150, 250 или 400 Вт каждая.

### Заключение

Исследование подчеркивает значимость комплексного подхода к проектированию спортивно-игровых площадок для старших школьников и подростков. Анализ современных подходов и опыта позволил выявить ключевые факторы, определяющие эффективность таких пространств: безопасность, функциональность и соответствие возрастным потребностям.

Разработанные в ходе исследования рекомендации могут служить основой для создания современных и привлекательных спортивно-игровых площадок, способствующих физическому развитию, социализации и формированию здорового образа жизни у подрастающего поколения. Перспективы дальнейших исследований видятся в изучении влияния различных материалов и оборудования на заинтересованность подростков в использовании таких площадок, а также в разработке методических рекомендаций для их эффективного применения.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *The Importance of Sport and Artificial Turf For Children* // Integral spor. URL: <https://integralspor.com/news/the-importance-of-sport-and-artificial-turf-for-children> (дата обращения: 01.02.2025).
2. Былеева Л., Коротков И., Яковлев В. Подвижные игры. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Физкультура и спорт, 1974. 207 с. URL: [https://elib.manas.edu.kg/book/806-outdoor\\_games.pdf](https://elib.manas.edu.kg/book/806-outdoor_games.pdf) (дата обращения: 04.02.2025).
3. *Benefits of Playing Sports for Children* // Samploon. URL: <https://samploon.com/benefits-of-playing-sports-for-children/> (дата обращения: 04.02.2025).
4. Выготский Л.С. Психология развития ребенка : сб. избр. тр. Москва : ЭКСМО, 2003. 501, [1] с. ISBN 5-699-03524-9.
5. *Какой должна быть спортивная площадка в школе по ГОСТу* // StereoWood. URL: <https://stereowood.com/blog/kakoy-dolzha-byt-sportivnaya-ploschadka-v-shkole/> (дата обращения: 05.02.2025).
6. Бегун И.С., Котлярова В.И. Общие требования к местам проведения занятий по физической культуре : методическое пособие для руководителей и специалистов по физическому воспитанию. Москва, 2013. 232 с. URL: <https://xn--b1atfb1adk.xn--p1ai/files/ioe/documents/MX5943YHAT8KE6C37T8M.pdf> (дата обращения: 04.02.2025).

### REFERENCES

1. The importance of sport and artificial turf for children. Available: <https://integralspor.com/news/the-importance-of-sport-and-artificial-turf-for-children> (accessed February 1, 2025).
2. Byleeva L., Korotkov I., Yakovlev V. Outdoor Games: Studies. Manual for Physical Education Institutions. In: Physical culture and Sport, 4th edn. Moscow, 1974. 207 p. Available: <https://djvu.online/file/Zd9rOHvkCDJJS> (accessed February 4, 2025). (In Russian)
3. Benefits of playing sports for children. Available: <https://samploon.com/benefits-of-playing-sports-for-children/> (accessed February 4, 2025).
4. Vygotsky L.S. Psychology of Child Development. In: Selected Papers. Moscow: EKSMO, 2003. 501 p. ISBN 5-699-03524-9. (In Russian)
5. What should be playground in school according to GOST? Available: <https://stereowood.com/blog/kakoy-dolzha-byt-sportivnaya-ploschadka-v-shkole/> (accessed February 5, 2025) (In Russian)
6. Begun I.S., Kotlyarova V.I. General requirements for places of physical education classes: A methodological guide for managers and specialists in physical education. Moscow, 2013. 232 p. Avail-

able: <https://xn--b1atfb1adk.xn--p1ai/files/ie/documents/MX5943YHAT8KE6C37T8M.pdf> (accessed February 5, 2025). (In Russian)

#### Сведения об авторах

*Мицаева Хава Виситаевна*, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, Россия, khava.mitsaeva@mail.ru

*Поляков Евгений Николаевич*, докт. искусствоведения, канд. архитектуры, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, Россия, polyakov.en@yandex.ru

#### Authors Details

*Khava V. Mitsaeva*, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, khava.mitsaeva@mail.ru

*Evgeny N. Polyakov*, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, polyakov.en@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 10.02.2025  
Одобрена после рецензирования 01.04.2025  
Принята к публикации 04.04.2025

Submitted for publication 10.02.2025  
Approved after review 01.04.2025  
Accepted for publication 04.04.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 64–74.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 64–74.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711-1, 711.4

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-64-74

EDN: HGMFKQ

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ НА ПРИМЕРЕ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО СЕКТОРА НА ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

**Артем Владиславович Кулагин, Дмитрий Витальевич Калмыков**

*Центральный научно-исследовательский и проектный институт  
Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства  
Российской Федерации, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** *Актуальность.* Рассматриваются градостроительные аспекты на примере агломерации Кавказских Минеральных Вод в целях развития туристического сектора на восстанавливаемых городских агломерационных территориях после крупных природных катаклизмов, техногенных катастроф и иных факторов разрушительного воздействия. За более чем двухсотлетнюю историю бальнеологического курорта как кластера, изначально сформировавшегося в составе полицентричной агломерации, наработана значительная теоретическая и практическая база градостроительных мер и инструментов, которые могли бы быть эффективно применены при разработке новых схем территориального планирования и генеральных планов развития восстанавливаемых территорий. В работе также приводятся выводы по результатам сравнительного и исторического анализа развития европейских минерально-водных курортов.

**Материалы и методы.** Исследование базируется на изучении географических и природно-климатических условий и ресурсов региона Кавказских Минеральных Вод, исторических, градостроительных, исследовательских и аналитических материалов, материалов организации охраны всемирного наследия ЮНЕСКО. В рамках исследования применены методы географического анализа, методы исторического исследования (хронологический и диахронный), методы сравнительного анализа и сопоставления, методы градостроительного анализа. Проведен сравнительный оценочный анализ зарубежного опыта.

**Результаты.** Комплексное рассмотрение градостроительных аспектов курортно-оздоровительного туристического кластера Кавказских Минеральных Вод в составе полицентричной агломерации для выработки единого подхода к подготовке рекомендаций для комплексного восстановления пострадавших территорий.

**Ключевые слова:** градостроительное планирование, восстановление агломерационных территорий, туристический потенциал, оздоровительно-рекреационный туризм, природные источники минеральных вод, природно-климатические условия, территориальное региональное развитие, инфраструктура, бальнеологический курортный кластер

**Для цитирования:** Кулагин А.В., Калмыков Д.В. Градостроительные подходы на примере агломерации Кавказских Минеральных Вод в целях развития тури-

стического сектора на восстанавливаемых городских агломерационных территориях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 64–74. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-64-74. EDN: HGMFKQ

ORIGINAL ARTICLE

**TOWN-PLANNING APPROACHES TO TOURISM SECTOR DEVELOPMENT ON REDEVELOPMENT AREAS IN CAUCASIAN MINERAL WATERS AGGLOMERATION**

**Artem V. Kulagin, Dmitry V. Kalmykov**

*Central Research Institute of Engineering Design*

*of the Ministry of Construction, Housing and Utilities, Moscow, Russia*

**Abstract. Purpose:** The aim is to study town-planning approaches to tourism sector development on redevelopment areas in Caucasian Mineral Waters agglomeration after major natural, man-made disasters and other destructive factors. Over more than two hundred years of the balneal resort history, a cluster initially formed as part of a polycentric agglomeration, a significant theoretical and practical basis of town-planning measures and tools has been developed. It can be effectively applied to the development of new territorial plans for the territory redevelopment. The paper also presents the comparative and historical analyses of the development of European mineral water resorts.

**Methodology:** The study of geographical and natural climatic conditions and resources of the Caucasian Mineral Waters region, historical materials, urban development materials, analytical and UNESCO documents. Geographical analysis, historical research methods such as chronological and diachronic, comparative analysis and comparison methods, and town-planning analysis, comparative analysis of the foreign experience.

**Research findings:** Comprehensive consideration of town-planning aspects of the Caucasian Mineral Waters resort and health tourism cluster as part of a polycentric agglomeration to develop a unified approach to preparing recommendations for the comprehensive territory redevelopment.

**Keywords:** town-planning, redevelopment area, tourism potential, health and recreational tourism, natural mineral water sources, natural climatic conditions, regional development, infrastructure, balneological resort

**For citation:** Kulagin A.V., Kalmykov D.V. Town-Planning Approaches to Tourism Sector Development on Redevelopment Areas in Caucasian Mineral Waters Agglomeration. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 64–74. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-64-74. EDN: HGMFKQ

**Введение**

При реализации комплекса градостроительных задач по восстановлению городских агломерационных территорий, пострадавших от природных катастроф, техногенных аварий или военных действий, возникает задача определения ключевых направлений восстановления и дальнейшего развития. Такой поворотный момент можно использовать для определения новых направлений развития территорий или смены профильных приоритетов местной экономики. Одним из таких направлений градостроительного развития может стать реали-



зация туристического потенциала восстанавливаемых городских агломерационных территорий. В этой связи большое значение имеет изучение градостроительных практик и долгосрочного опыта реализации заложенных планировочных решений и подходов в области развития туристического потенциала регионов и агломерационных территорий.

В рамках настоящего исследования проведен анализ и обобщение положительного опыта бальнеологического кластера Кавказских Минеральных Вод (КМВ) в исторической и долгосрочной повестке. Главной градостроительной особенностью кластера КМВ является то, что регион полностью осваивался и развивался в качестве объекта целевого кластерного оздоровительного туризма на основе модели государственного регулирования. Фактор целевого градостроительного развития территории КМВ и агрегированный опыт могут быть рассмотрены для возможного применения в рамках восстановления территорий после СВО.

### **Градостроительные факторы формирования и реализации туристического потенциала лечебно-оздоровительного кластера Кавказских Минеральных Вод в составе агломерации**

Рассматривая возможности территорий по развитию собственного туристического сектора, необходимо прежде всего определить территориальные специализации по типам туристского продукта. В отечественных источниках принято выделять следующие типы целевого туристского продукта: а) рекреационный; б) культурно-познавательный; в) лечебно-оздоровительный; г) спортивный и экстремальный; д) гастрономический; е) деловой; ж) религиозный и паломнический; з) деловой; и) событийный и фестивальны́й [1]. Каждый из таких типов целевого туризма предполагает наличие на рассматриваемых территориях соответствующих целевых объектов и инфраструктуры, определяет категории туристов, а также предъявляет определенные требования к развитию транспортно-логистического комплекса и местной инфраструктуры гостеприимства.

Безусловно, градостроители обязаны рассматривать комплексное сочетание факторов. При этом наличие природных и географических условий или туристических объектов (море, горы, водоемы, минеральные источники или иные рекреационные объекты в сочетании с климатическими условиями) на рассматриваемой территории будет превалировать при выборе концепции и рациональных подходов в области использования и реализации туристского потенциала. Ярким примером агломерационного развития, основанного на модели лечебно-оздоровительного туристского продукта и природно-климатических ресурсов, таких как естественные минеральные источники, является агломерация Кавказских Минеральных Вод<sup>1</sup>, где уже более 200 лет функционирует рекреационно-лечебно-оздоровительный кластер – крупнейший бальнеологический курорт России. КМВ охватывают часть территорий Ставропольского края, Карачаево-

<sup>1</sup> Российская Федерация. Постановления. Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации – Кавказских Минеральных Водах: Постановление Правительства Российской Федерации от 06.07.1992 № 462 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: [http://ips.pravo.gov.ru/?doc\\_itself=&vkart=card&nd=102017294&page=1&rdk=0&link\\_id=108](http://ips.pravo.gov.ru/?doc_itself=&vkart=card&nd=102017294&page=1&rdk=0&link_id=108) (дата обращения: 10.02.2025).

Черкесской и Кабардино-Балкарской Республик, являются высоко урбанизированной полицентричной агломерацией и включают в себя города Пятигорск, Железноводск, Лермонтов, Ессентуки и Кисловодск.

КМВ получили «путевку в жизнь» по указу Александра I как курортный район<sup>2</sup>. В 1827 г. создан особый временный комитет для согласования планов благоустройства КМВ, который ввел названия всем источникам и селениям, включая станицы Горячеводская, Ессентукская<sup>3</sup>, Железноводская<sup>4</sup> и Кисловодская<sup>5</sup>, в 1830 г. учрежден окружной город Пятигорск. В 1875 г. с открытием Ростово-Владикавказской железной дороги с узловой станцией Султановская (Минеральные Воды)<sup>6</sup> упрощается транспортное сообщение с курортной зоной КМВ, в 1879–1883 гг. подготовлен «Административный проект устройства Вод», в 1894 г. открыто регулярное движение поездов Минеральные Воды – Кисловодск (рис. 1).

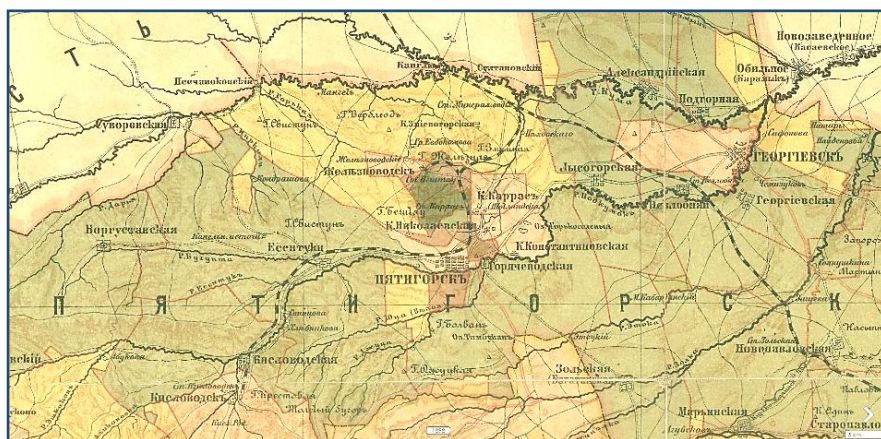


Рис. 1. Кавказские Минеральные Воды, карта районирования земель, 1898 г.<sup>7</sup>  
Fig. 1. Land zoning map of Caucasian Mineral Waters, 1898

В 1920–30-е гг. КМВ были переданы под управление Наркомата здравоохранения РСФСР как комплекс лечебных учреждений общегосударственного значения для широких масс трудящихся, рабочих и красноармейцев. За эту декаду было построено порядка 48 специализированных санаториев на 7 тыс. мест (включая также реконструированные усадьбы), 19 водолечебниц (более 500 кабин) и 4 курортные поликлиники. Обслуживающий персонал составлял 45 тыс. чел. В 1925 г. в Минеральных Водах открылся аэропорт.

1930-е гг. стали прорывными в области внедрения новых и смелых подходов в планировании и градостроительстве. Были выработаны общие под-

<sup>2</sup> Рескрипт от 24 апреля 1803 г. «О признании государственного значения Кавказских Минеральных Вод и необходимости их устройства».

<sup>3</sup> Ессентуки получили статус города в 1925 г.

<sup>4</sup> Железноводск получил статус города в 1917 г.

<sup>5</sup> Кисловодск получил статус города в 1903 г.

<sup>6</sup> Минеральные Воды получили статус города в 1921 г.

<sup>7</sup> URL: <https://retromap.ru>

ходы к развитию генпланов курортных районов и городов, в том числе рекреационного района КМВ с планом развития на 15 лет<sup>8</sup> с учетом природных рекреационных ресурсов, климатических условий, демографии и допустимой численности прибывших на лечение (до 200 тыс. чел. в год с перспективой увеличения до 600 тыс.).

Генплан развития агломерации КМВ предусматривал строительство крупных санаториев с одновременной электрификацией железнодорожного сообщения, развитием коммунального хозяйства, транспортной сети и общественного транспорта, озеленением общественных зон, а также развитием местной промышленности, общерайонной инфраструктуры и пригородного хозяйства [2]. Впервые была запроектирована единая система обслуживания для всей группы поселений КМВ (широко стала применяться в советской градостроительной практике только полвека спустя – в середине 1980-х гг.).

С 1960-х гг. вопросами проектирования и перспективного развития КМВ занимался АО «Гипрогор», градостроительные проработки которого базировались на принципах рациональной организации функционирования курортного района с выводом промышленности и вспомогательных служб за его пределы или в специальные обслуживающие зоны. Кроме того, на основе гидроминеральных ресурсов была определена оптимальная единовременная вместимость каждого курорта.

К концу 1980-х гг. регион КМВ функционировал как единая многофункциональная городская агломерация с основной лечебной туристической функцией. При этом, несмотря на рост санаторного сектора с 1960-х гг. примерно в полтора раза, промышленность на территории КМВ выросла более чем в 2,5 раза. Прирост населения, несмотря на принятые меры по ограничению численности постоянно проживающего населения<sup>9</sup>, составил порядка 30 %. Дисбаланс в сторону промышленного роста региона соответствовал общим темпам роста советской промышленности.

Либерализация и отход от плановой экономики в конце прошлого столетия сопровождалась неконтролируемой застройкой природоохранных и зеленых территорий КМВ под арендное жилье, объекты торговли и развлечений, что значительно увеличило урбанистическую и экологическую нагрузки [3], а также создало угрозу местным курортным заповедно-парковым структурам [4], входящим в санаторные программы климатоландшафтотерапии. Разрабатывавшаяся АО «Гипрогор» в 2007–2011 гг. «Схема территориального планирования КМВ»<sup>10</sup> формировалась с целью выделения инвестиционных площадок для объектов туристско-рекреационного профиля в рамках подходов рационального землепользования и недропользования. Схема предусматривала

<sup>8</sup> «Схема районной планировки Кавказских Минеральных Вод». Проектно-архитектурная мастерская № 2 Наркомата коммунального хозяйства РСФСР.

<sup>9</sup> Постановление Совета Министров РСФСР от 5 июня 1964 г. ограничивало прописку граждан в городах-курортах Пятигорске, Кисловодске, Железноводске, Ессентуках, Минеральных Водах и прилегающих к ним населённых пунктах Ставропольского края.

<sup>10</sup> Агломерация «Кавказские Минеральные Воды»: суть и облик // Ставропольская Правда. 22.03.2011 г. URL: [https://stpravda.ru/20110322/aglomeratsiya\\_kavkazskie\\_mineralnye\\_vody\\_sut\\_i\\_oblik\\_52073.html](https://stpravda.ru/20110322/aglomeratsiya_kavkazskie_mineralnye_vody_sut_i_oblik_52073.html) (дата обращения: 24.03.2025).

перспективное развитие инженерных сетей, расширение рекреационных и экологически защищенных зон, а также совершенствование системы обращения с отходами. Здесь необходимо отметить, что такой подход оказался не в полной мере актуальным и был нацелен на запоздалое устранение последствий периода стихийной застройки. Схема не была утверждена, а предложенные в ней мероприятия по развитию инфраструктуры не были выполнены.

В 2020 г. при поддержке<sup>11</sup> Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) была подготовлена новая пространственная геоинформационная модель агломерации КМВ [5] на основе планировочного каркаса территориальной организации. Применение методов геоинформационного картографирования позволило уточнить границы агломерации и выявить изохроны транспортной доступности градостроительных ядер [6] (рис. 2). Смена концептуального подхода должна способствовать не только определению критических векторов развития на ближайшие годы, но и выработке новой значимой концепции развития территорий агломерации КМВ на среднесрочную и долгосрочную перспективы.

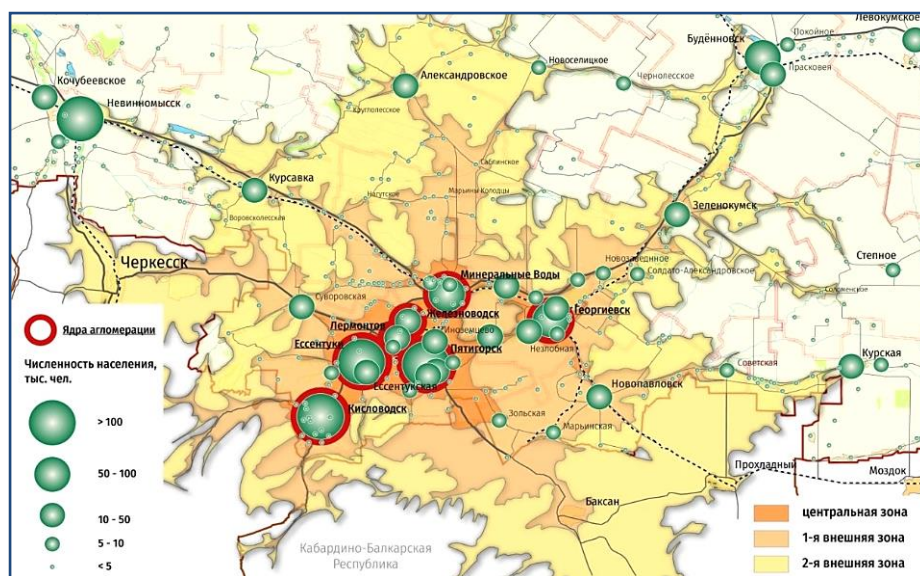
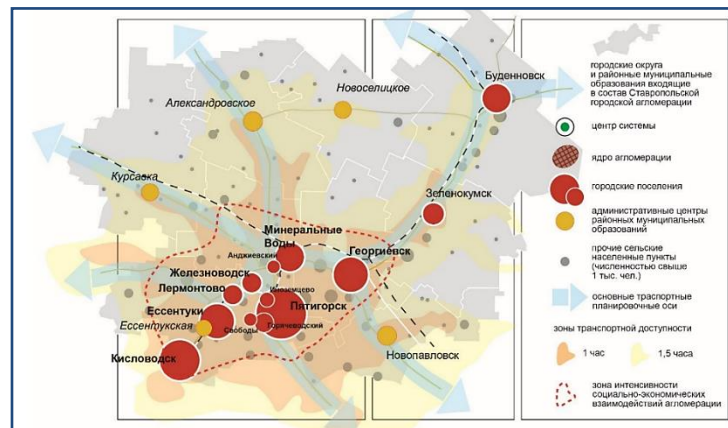


Рис. 2. Планировочный каркас агломерации КМВ [5]

Fig. 2. Planning framework of Caucasian Mineral Waters agglomeration

Новая перспективная структурно-планировочная модель агломерации КМВ (рис. 3) основана на формировании векторного взаимодействия между структурными единицами и населенными пунктами по признаку логистической и транспортной доступности. Такой подход направлен на оптимизацию внутриагломерационных процессов и снижение урбанизационных нагрузок на территории агломерации.

<sup>11</sup> Грант № 20-05-00386 А «Пространственно-временные диспропорции демографического развития городских агломераций разного типа в европейской части России».



*Рис. 3. Перспективная структурно-планировочная модель агломерации КМВ [5]*  
*Fig. 3. Perspective structural-planning model of Caucasian Mineral Waters agglomeration*

В целях решения комплекса вопросов, связанных с необходимостью ребалансировки региональной модели территориального агломерационного развития, в 2023 г. Институтом Генплана Москвы предложен проект нового комплексного плана развития городов-курортов региона КМВ, построенный на основе модели урбанизационных градостроительных ядер. Мастер-план (рис. 4) учитывает мероприятия, предусмотренные распоряжением 2540-р<sup>12</sup>, включая актуализацию границ зон горно-санитарной охраны, меры инфраструктурного обеспечения площадок роста и подготовку кадров.



Рис. 4. Пространственная модель проекта генерального плана КМВ<sup>13</sup>  
Fig. 4. Spatial model of the draft master plan

<sup>12</sup> Российская Федерация. Распоряжения. Об утверждении перечня мероприятий по комплексному развитию городов-курортов региона Кавказские Минеральные Воды до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 11.09.2021 № 2540-р // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202109140001> (дата обращения: 10.02.2025).

<sup>13</sup> URL: <https://genplanmos.ru>



Важным направлением планирования является разделение транспортных, грузовых и социальных потоков туристско-рекреационного характера от промышленных и городских. Не меньшее значение имеет выделение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и зон горно-санитарной охраны (ГСО) и их уточнение без ущерба для гидроминеральной базы.

Перспективным направлением совершенствования градостроительных подходов для развития агломерации КМВ как курортной зоны является совершенствование законодательной и нормативной базы в целях полноценного выделения в Градостроительном кодексе<sup>14</sup> курортных зон и лечебно-оздоровительных ресурсов. Статус «зон с особыми условиями использования территорий» в границах территориальных образований и «зон санитарной охраны курортов» в документации местного территориального планирования является недостаточным [7]. Представляется необходимым выделение курортных и оздоровительных объектов в статус объектов местного, регионального или государственного значения в рамках градостроительного законодательства для придания им статуса объектов территориального планирования. В будущем такие изменения создадут условия, при которых курортно-оздоровительные объекты будут определять формирование городской агломерационной среды. Применительно к кластеру КМВ такой подход во взаимосвязи с моделью перспективного развития на основе градостроительных ядер позволит более эффективно разграничить курортно-оздоровительную и локальную хозяйственную деятельность.

### **Зарубежный опыт развития бальнеологических курортных зон**

На территории современной Европы купальни на минеральных источниках строились еще во времена Римской империи и получили свое второе дыхание в эпоху Возрождения. Самые известные бальнеологические курорты Европы находятся в альпийских предгорьях Австрии, Бельгии, Германии, Италии, Франции и Швейцарии, предгорьях Пиренеев, Судетов, а также в Прикарпатье и Великобритании. Старейшие города – минерально-водные курорты Европы – включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО, карта-схема представлена на рис. 5.

Изучение зарубежного градостроительного опыта по созданию оздоровительных кластеров [8] демонстрирует некоторый стихийный исторический формат их становления и развития. Открытые еще римлянами источники, а также разведанные в более поздние времена, в Средние века они считались местами «дьявольскими» и запретными. При этом к началу эпохи Просвещения и становления европейской культуры лечения водами большинство из них оказалось или в монарших, или в церковных владениях. Массовый интерес к водному лечению и, соответственно, развитие минерально-водных курортов обозначились во второй половине XVIII в. При этом для строительства купален и фонда размещения в таких городах, как Виши (Франция) и Бат (Великобритания), были уничтожены античные структуры [9].

<sup>14</sup> Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102090643> (дата обращения: 24.03.2025).





Рис. 5. Бальнеологические курорты Европы, входящие в Список ЮНЕСКО<sup>15</sup>  
 Fig. 5. Balneological resorts of Europe included in the UNESCO list

С развитием железнодорожного сообщения в Европе с середины XIX в. началась массовая коммерциализация минерально-водных европейских курортов и новый виток строительства коммерческих водных лечебниц и санаториев. Тенденция неконтролируемого капиталистического развития ранее удаленных и мало востребованных территорий наблюдается в том периоде фактически во всех европейских здравницах. При этом основными ограничительными факторами роста являлось наличие платежеспособного спроса, а также места для нового строительства.

Принимая во внимание тот факт, что лечение водами и развитие курортных зон в Европе началось на столетие раньше, чем в Российской империи, Петр I посещал целебные источники в бельгийском Спа еще в 1717 г. Ключевым отличием развития европейских городов-здравниц от КМВ является модель градостроительного агломерационного развития. Европейская модель строилась на основе норм местного или муниципального градостроительного регулирования и наличия внутренней конкуренции между локациями одного региона, в то время как полицентричная агломерация КМВ изначально развивалась как рекреационно-оздоровительный кластер (в современном понимании кластерной градостроительной модели) в рамках механизмов государственного регулирования и развития. В этом ключе кластерный подход формирования и развития территории КМВ можно считать уникальным.

### Заключение

Возможности использования рекреационного и санаторно-реабилитационного туристского потенциала территорий, при наличии соответствующей природно-ресурсной базы, могут быть рассмотрены в качестве градостроительной меры при подготовке новых схем территориального планирования и генеральных планов развития восстанавливаемых территорий после значительных

<sup>15</sup> URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1613>

разрушений, вызванных событиями природного и техногенного характера, в том числе в связи с проведением специальной военной операции.

Многолетний опыт и лучшие наработки по развитию КВМ как уникальной полицентрической агломерации с приоритетом экологических функций и рекреационной специализацией могут быть использованы в качестве отправных точек для формирования новых подходов в области реконструкции, восстановления и реабилитации агломерационных территорий в условиях изменения численного состава населения и региональных экономических и градостроительных балансов.

Кластерный подход к модели перспективного развития на основе градостроительных ядер представляется оптимальным в плане формирования новых цепочек внутриагломерационных связей и прогнозирования дополнительных форм взаимодействия с соседними территориями.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Преображенский А.Б., Гаркушина Н.А. Новые виды туризма как резерв для увеличения внутреннего и въездного туристического потока в Российской Федерации // Сервис plus. 2021. Т. 15. № 3. С. 29–42. DOI: 10.24412/2413-693X-2021-3-29-42. EDN: SIOGDQ
2. Зольникова Ю.Ф. Формирование территориальной планировочной структуры курортного региона Кавказские Минеральные Воды в советский период // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К.Л. Хетагурова. 2014. № 3. С. 307–309. EDN: TLNPTR
3. Бесолов В.Б. Стратегия территориально-пространственного преобразования Кавказских Минеральных Вод и особенности градостроительного формирования // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-1 (50). С. 26–35. EDN: RDPAXB
4. Поволоцкая Н.Н., Жерлицина Н.В., Кириленко А.А. и др. Новые подходы к функциональной специализации природных ландшафтов для оценки перспектив развития курортов Кавказских Минеральных Вод // Курортная медицина. 2013. № 2. С. 10–15. EDN: SEDQFD
5. Панин А.Н., Эшроков В.М., Махмудов Р.К., Верозуб Н.В. Геоинформационный анализ агломерации Кавказских Минеральных Вод: градостроительные и функционально-планировочные аспекты // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2020. Т. 26. № 2. С. 79–94. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-79-94. EDN: QCFFDG
6. Ахмедова Е.А., Яковлев И.Н. Планировочные аспекты перспективного преобразования агломераций // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 1. С. 40–45. EDN: KZUBKD
7. Романова О.А. Правовые проблемы регулирования застройки территорий курортов и лечебно-оздоровительных местностей // Актуальные проблемы российского права. 2019. № 3 (100). С. 200–208. DOI: 10.17803/1994-1471.2019.100.3.200-208
8. Набедрик В.А. География лечебного туризма в Европе (Модели развития и трансформационные процессы) : специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук / Набедрик Валентина Аркадьевна. Москва, 2005. 22 с.
9. UNESCO, Decision 46 COM 8B.36, Minor boundary modification – The Great Spa Towns of Europe (Austria, Belgium, Czechia, France, Germany, Italy, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland). URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1613/documents> (дата обращения: 24.03.2025).

#### REFERENCES

1. Preobrazhensky A.B., Garkushina N.A. New Types of Tourism for Increasing Domestic and Inbound Tourist Flow in the Russian Federation. *Servis plus*. 2021; 15 (3): 29–42. DOI: 10.24412/2413-693X-2021-3-29-42. EDN: SIOGDQ (in Russian)

2. Zolnikova Yu.F. Formation of Territorial Planning Structure of Resort Region of the Caucasian Mineral Waters in the Soviet Period. *Vestnik Severo-Osetinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; (3): 307–309. EDN: TLNPTR (in Russian)
3. Besolov V.B. Strategy of Territorial-Spatial Transformation of Caucasian Mineral Waters and Urban Development. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2013; 31-1 (50): 26–35. EDN: RDPAXB. (In Russian)
4. Povolotskaya N.N., Zherlitsina N.V., Kirilenko A.A., et al. New Approaches to Functional Specialization of Natural Landscapes for Assessing Development Prospects of Resorts in Caucasian Mineral Waters. *Kurortnaya meditsina*. 2013; (2): 10–15. EDN: SEDQFD (In Russian)
5. Panin A.N., Eshrokov V.M., Makhmudov R.K., Verozub N.V. Geoinformation Analysis of the Caucasian Mineral Waters Agglomeration: Town- and Functional Planning Aspects. *InterKarto. InterGIS*. 2020; 26 (2): 79–94. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-79-94. EDN: QCFFDG (In Russian)
6. Akhmedova E.A., Yakovlev I.N. Planning Aspects of Prospective Transformation of Agglomerations. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2009; (1): 40–45. (In Russian)
7. Romanova O.A. Legal Problems of Regulating the Development of Resorts and Health Resorts. *Actual Problems of Russian Law*. 2019; 3 (100): 200–208. DOI: 10.17803/1994-1471.2019.100.3.200-208. EDN: VRCWSE (In Russian)
8. Nabadrik V.A. Geography of Medical Tourism in Europe (development models and transformation processes). PhD Abstract. Moscow, 2005. 22 p. EDN: ZNPPVP (In Russian)
9. UNESCO, Decision 46 COM 8B.36, Minor boundary modification – The Great Spa Towns of Europe (Austria, Belgium, Czechia, France, Germany, Italy, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland). Available: <https://whc.unesco.org/en/list/1613/documents> (accessed March 24, 2025).

#### Сведения об авторах

Кулагин Артем Владиславович, аспирант, Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29, ved.niitnn@gmail.com

Калмыков Дмитрий Витальевич, аспирант, Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29.

#### Authors Details

Artem V. Kulagin, Research Assistant, Central Research Institute of Engineering Design of the Ministry of Construction, Housing and Utilities, 29, Vernadsky Ave., 119331, Moscow, Russia, ved.niitnn@gmail.com

Dmitry V. Kalmykov, Central Research Institute of Engineering Design of the Ministry of Construction, Housing and Utilities, 29, Vernadsky Ave., 119331, Moscow, Russia, ved.niitnn@gmail.com

#### 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.  
2025. Т. 27. № 3. С. 75–87.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 75–87.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.5:658.012.12

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-75-87

EDN: HPBQQF

# МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ И СЕЛИТЕБНОЙ ЗОН В ГОРОДАХ-ЗАВОДАХ

**Андрей Дмитриевич Бурганов**

*Уральский государственный*

*архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова,  
г. Екатеринбург, Россия*

**Аннотация.** *Актуальность.* Промышленные поселения, начавшиеся с городов-заводов, сегодня испытывают острый градостроительный кризис. Суть их планировочной структуры остается во многом неизученной, поскольку города-заводы, породившие их, преимущественно воспринимаются как исторический феномен, а не как градостроительный тип. Вместе с тем ряд сохранившихся российских, особенно уральских, промышленных поселений несет в себе черты особой планировочной организации, требующей осмысления в рамках современной градостроительной теории.

**Цель.** Описание города-завода как системы, основанной на процессах взаимодействия промышленной и селитебной зон. В отличие от историко-ориентированного понимания, данный подход позволит понять сущность градостроительной структуры поселений и выявить, что именно выступает главным фактором их пространственного развития.

**Методы:** историко-генетический анализ, мысленный эксперимент с эмпирическими объектами.

**Результаты.** Введена экспликация понятия «город-завод», а также понятие-антипод – «промышленный город», поселение с периферийным расположением производства относительно селитьбы. В общих чертах сформулирована модель взаимодействия промышленной и селитебной зон в городах-заводах.

**Выводы.** На основе модели продемонстрировано, что характер развития промышленной зоны служит основным фактором градостроительных преобразований в рассматриваемых поселениях. Результаты исследования могут послужить отправной точкой формирования алгоритма для построения стратегий по реорганизации старопромышленных территорий в городах-заводах.

**Ключевые слова:** город-завод, промышленная зона, селитебная зона, промышленный город, градостроительная система

**Для цитирования:** Бурганов А.Д. Модель взаимодействия промышленной и селитебной зон в городах-заводах // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 75–87. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-75-87. EDN: HPBQQF

## ORIGINAL ARTICLE

**MODEL OF INTERACTION BETWEEN INDUSTRIAL AND RESIDENTIAL AREAS IN PLANT-TOWNS****Andrei D. Burganov***Ural State University of Architecture and Art, Ekaterinburg, Russia*

**Abstract.** Industrial settlements that began with plant-towns are currently experiencing an urban development crisis. The essence of their planning structure remains largely unexplored, since plant-towns are predominantly perceived as a historical phenomenon rather than as a special type of urban structure. At the same time, a number of preserved Russian, especially Ural, industrial settlements have special planning organization that requires understanding within the framework of modern urban development theory.

**Purpose:** The article describes a plant-town as a system based on the interaction between industrial and residential zones. In contrast to the historically oriented understanding, this approach allows understanding the urban development structure of settlements and identifying the spatial development.

**Methodology:** Historical and genetic analysis, mental experimentation with empirical objects

**Research findings:** The concept of a plant-town is introduced, as well as its antipode concept – an industrial town, a settlement with a peripheral location of production relative to residential areas. A model of interaction between industrial and residential zones in industrial cities is formulated in general terms.

**Value:** The model demonstrates that the nature of industrial zone development serves as the main factor in transformation of settlements. Research findings can serve as a starting point to reorganize the old plant territories in industrial settlements.

**Keywords:** plant-town, industrial area, residential area, industrial town, urban-planning system

**For citation:** Burganov A.D. Model of Interaction Between Industrial and Residential Areas in Plant-Towns. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 75–87. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-75-87. EDN: HPBQQF

Как известно, старопромышленные города Урала сегодня представляют собой проблемные поселения с точки зрения архитектурно-градостроительной организации. Это во многом объясняется кризисными явлениями в развитии взаимодействия промышленной и селитебной зон. Поиск методов улучшения градостроительной структуры этих поселений представляется естественной задачей архитектора, их исследующего. Для этого необходимо выяснить, что будет являться базисом или отправной точкой для выработки методов и стратегий будущих градостроительных преобразований. На наш взгляд, таким фундаментом должно стать понимание города-завода как градостроительной системы, функционирование которой основано на взаимодействии его главных планировочных зон – промышленной и селитебной [4]. Создание модели на основе этого принципа откроет новые возможности для оценки применимости тех или иных проектных решений по реорганизации градостроительной структуры городов-заводов.

В контексте настоящего исследования рассмотрено, каким образом, выстраивая те или иные типы взаимодействия города и завода, можно повлиять

на поселение в целом; от каких действий будет улучшаться градостроительная структура городов-заводов, а от каких ухудшаться и дезинтегрироваться.

Для того чтобы в общих чертах понять, что такое город-завод как градостроительная система, сначала необходимо ввести экспликацию понятия «город-завод», ориентированную на структурную сущность объекта. Термин «город-завод» сегодня часто употребляется в среде краеведов и архитекторов для обозначения исторического явления в градостроительстве. Так, Р.М. Лотарева, Е.Б. Морозова и другие исследователи рассматривают город-завод как систему расселения, существующую в определённый период времени [2, 5, 8]. При этом, кроме внешних атрибутов эпохи, широко освещаются и структурные параметры этих поселений, однако делается это в рамках именно исторического понимания объекта. Это логично, ведь города-заводы были продуктами определённого времени, создавались в соответствии с потребностями XVIII–XIX вв. и, следовательно, обладали рядом черт, присущих конкретному историческому периоду. Однако, если мы ставим своей целью выявление факторов градостроительного развития этих старопромышленных поселений, мы не можем удовлетвориться таким историко-ориентированным пониманием. Для этого необходимо выделить сущностные характеристики города-завода без оглядки на его генетические особенности.

Как известно, типов промышленных поселений в истории было много. Это и города-компании, и соцгорода, и промышленные поселения второй половины XX в., и города-заводы. Всех их можно выстроить в относительно четкую линию, согласно этапам развития подходов к размещению промышленных предприятий в городе [8]. Однако здесь может иметь место и иная система классификации, основными признаками которой будут не время и место создания той или иной системы в совокупности с ее морфологическими особенностями, а структура взаимодействия производственной и селитебной зон, поскольку именно этот вопрос был особенно важен при создании промышленных поселений на протяжении всего XX в. [6, 7]. Таким образом, можно выделить типы поселений в соответствии с характерным для них принципом взаимодействия селитебной и производственной зон.

С одной стороны, есть такие города, в которых промышленная зона располагается на периферии селитебной территории, а взаимодействие двух зон локализуется на предзаводской площади, что подчеркивается архитектурными и градостроительными средствами (рис. 1, б). Формируется так называемая стыковая зона, сосредоточивающая в себе основные учреждения, связанные с управлением и социальным обслуживанием завода. Селитебная и промышленная части города соприкасаются друг с другом по одной стороне, что позволяет им развиваться в трех направлениях относительно линии соприкосновения. В эту категорию входят как соцгорода, так и более поздние типы промышленных поселений. Далее будем называть их *промышленными городами*.

С другой стороны, имеются такие поселения, производственная зона которых находится в планировочном центре и является градоформирующим элементом системы (рис. 1, а). Примыкание селитебной здесь может быть двухсторонним, трехсторонним или сплошным, т. е. осуществляться по всему периметру промышленной площадки. С этой точки зрения термин «город-завод»



может применяться не только к историческому феномену, но и к особому типу градостроительных структур, в которых предприятие составляет основу градостроительного ядра.

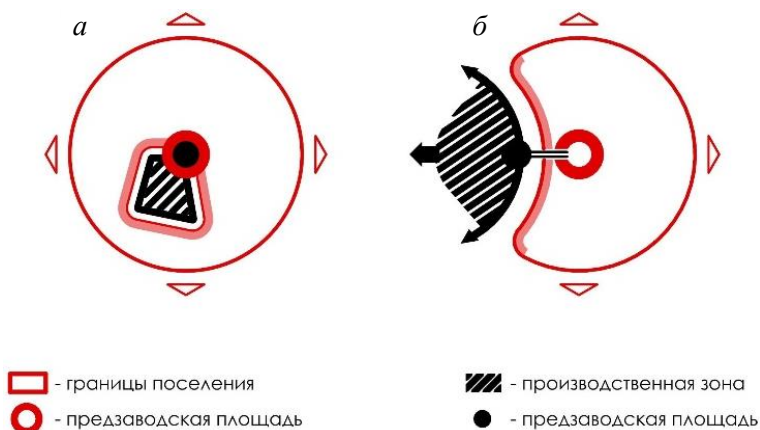


Рис. 1. Принципиальные схемы города-завода (а) и промышленного города (б)

Fig. 1. Schematic diagrams of plant-town (a) and industrial town (b)

Из этого следует, что какое-то старопромышленное поселение Урала, именуемое городом-заводом в историческом понимании, может не являться таковым в рассматриваемом здесь смысле. Так, сохранившиеся исторические города-заводы в подавляющем большинстве соответствуют данной схеме лишь отчасти, а нередко не соответствуют вовсе, как, например, Северский завод.

Таким образом, термин «город-завод» далее будет употребляться для обозначения определённого типа промышленных поселений, которые удовлетворяют следующим условиям: производственная зона образует градостроительный центр; предприятие или группа предприятий, расположенных в этой зоне, являются основным местом приложения труда.

Далее необходимо сконструировать в общих чертах градостроительную модель данного поселения, на основании которой будут выявлены закономерности развития таких систем. В свою очередь, опираясь на модель, мы сможем более обоснованно предсказать, как данная система поведет себя при нашем вмешательстве с целью ее улучшения.

### Исходные принципы и допущения

Вначале необходимо обозначить основной принцип, положенный в основу модели города-завода. Он базируется на доминанте обеспечения максимальной доступности контактов людей со своим окружением при условии минимизации усилий на их установление. Подобные идеи о развитии городов высказывали многие специалисты, наиболее известным и последовательным из которых был греческий градостроитель К. Доксиадис, сформулировавший пять принципов экистики (созданной им науки о развитии поселений) [10]. На наш взгляд, данные предположения достаточно убедительно объясняют базовые механизмы пространственного развития поселений. Из них выводится важное

следствие – город, построенный на ровной поверхности и лишенный всякого рода препятствий, а также не скованный догматами градостроительных концепций, будет иметь равномерное и симметричное пространственное развитие относительно своего центра.

Согласно концепции Доксиадиса, каждое поселение состоит из общегородского центра, ткани или гомогенной части, циркуляторной системы (транспортные сети, коммунальная инфраструктура и т. п.), а также из специализированных зон [9]. Под последними подразумеваются территории, явно выделяющиеся из однородной городской застройки, например территории школ, университетов, военных частей и т. д. В контексте настоящего исследования специализированными зонами будут выступать территории промышленных предприятий.

Далее необходимо обозначить некоторые допущения.

Во-первых, в рассматриваемых градостроительных системах промышленная зона состоит из одной промышленной площадки или промышленного района, представленного группой исторически сложившихся предприятий или промышленным узлом. В реальности на территории исследуемых градостроительных систем, как правило, действуют несколько промышленных площадок, расположенных в разных частях поселения. Наличие множества разрозненных предприятий оказывает существенное влияние на градостроительную структуру городов-заводов. Так, общегородской центр стремится занять такое положение, чтобы иметь примерно равную доступность к каждому из них. Это можно представить как центр тяжести фигуры, вершины которой образованы предзаводскими площадями каждого предприятия. В нашей идеализированной схеме оперируем лишь одной промышленной зоной, что упрощает мысленный эксперимент. Существующие отступления от идеальной схемы в реальных условиях необходимо учесть в дальнейшем после конкретизации модели.

Во-вторых, предлагается пренебречь воздействием факторов природы, экономики, политики и т. д. на формирование городов-заводов, рассматривая их как расположенные «в чистом поле». В действительности на осуществление градостроительных преобразований оказывает воздействие множество факторов, от которых мы намеренно абстрагируемся для уяснения сущности взаимодействия города и завода как первичных градостроительных элементов промышленного поселения. Однако об этих моментах необходимо помнить, т. к. порой они существенным образом затмевают чисто градостроительные факторы развития, следующие упомянутым выше принципам. Политические и культурные факторы могут обуславливать насаждение какой-либо градостроительной доктрины, в соответствии с которой поселения должны иметь определенную форму и систему пространственной организации. Например, внедрение регулярных планировочных построений в российском градостроительстве XIX в. обусловило повсеместное применение ортогональных планов городов, часто не учитывающих местные особенности развития, а также природные условия среды [5]. Однако такие радикальные преобразования десятилетиями закреплялись в городской структуре и укоренялись в сознании жителей как исторический образ. Теперь невозможно представить Санкт-Петербург или Ирбит без характерных лучевых разветвлений основных улиц. Однако это вовсе не означает, что такие преобразования явились следствием естественных

механизмов развития города. Часто они не отражают потребностей поселения и во многом неудобны с точки зрения обеспечения доступности. Подобных факторов может быть много, они переплетаются, взаимно дополняют или ослабляют друг друга, тем самым искажая сущностные процессы в градостроительной системе.

В-третьих, селитебная территория развивается из точки, именуемой далее общегородским центром, или из системы центра равномерно по всем доступным направлениям. При этом интенсивность роста ткани селитебной территории тем больше, чем ближе она к градостроительному каркасу.

### Модель города-завода

Город-завод в рассматриваемой нами идеализированной схеме состоит из селитебной территории и промышленной зоны. Обе характеризуются значительной степенью автономности [1]. Завод изначально составляет элемент городского центра и находится в центре селитебной территории. При этом необходимыми условиями существования системы выступают высокая градоформирующая значимость предприятия, компактность и относительно небольшая площадь промышленной территории, т. к. это позволяет заводу оставаться в центре градостроительной структуры, не препятствуя развитию селитебной зоны.

*Промышленная зона города-завода* – это одна или несколько промышленных площадок, сложившихся в одном месте исторически или планомерно как промышленный узел и занимающих центральное положение в планировочной структуре города. Развитие промышленной зоны происходит преимущественно в одном-двух перпендикулярных направлениях по линейной, линейно-глубинной и глубинной схемам [6]. Они могут классифицироваться на статичные и динамичные по характеру развития. Статичные промышленные зоны имеют относительно устойчивые границы в течение длительного времени (десятилетия), в то время как динамичные постоянно стремятся то к расширению за счет территориальной экспансии, то к сокращению за счет передачи своих земель в распоряжение селитебной зоны. Наличие динамичных промышленных зон является одним из основных факторов разрушения градостроительной структуры города-завода, что будет показано далее.

*Селитебная зона* представляет собой совокупность жилых, общественных и административных функциональных зон. Здесь непосредственно живут люди и протекает общественная жизнь города. Данная зона способна расширяться во всех направлениях от своего центра. Характер ее расширения во многом определяется развитием градостроительного каркаса, закреплённого в главных коммуникациях города.

*Общегородской центр* – часть селитебной территории и главный элемент градостроительного каркаса, в котором наблюдается наибольшая общественная активность. Сюда сходятся основные транспортные и пешеходные коммуникации, располагаются главные учреждения управления, торговли, финансов и т. д. Общегородской центр в силу обстоятельств может распадаться на элементы с образованием так называемой *системы центра*, в которую могут входить исторический, деловой, спортивный, промышленный и другие центры [3]. Общегородской центр стремится занять наиболее оптимальное по-

ложение, исходя из обеспечения максимальной доступности к нему со стороны селитебной территории.

Необходимо отметить, что селитебная и промышленная зоны имеют некоторые сходства в своей структуре. Так, и одна и другая имеют свои центры и свою ткань. Для промышленной зоны таким центром является предзаводская площадь, на которой расположены заводоуправление и другие ведомственные постройки общественного и административного характера, а тканью – территория, на которой находятся производственные цеха, вспомогательные здания и сооружения. В селитебной зоне ядром выступает общегородской центр, а тканью – жилые кварталы и районы. При этом в систему общегородского центра, как один из элементов, входит и промышленный центр. В этом заключается отличие этих двух зон: селитебная всегда имеет большее значение, чем промышленная. Поселение может существовать без промышленной зоны, но промышленная зона не может функционировать без города (за исключением редких случаев).

### Показатели взаимодействия

Описанные выше элементы модели, несмотря на их упрощенность, находятся в довольно сложном взаимодействии. Например, промышленная территория взаимодействует с селитебной посредством своего расположения, формы территории и размещения предзаводской площади в структуре города. В частности, имеет значение, находится ли последняя вблизи главных городских магистралей, связана ли она с общегородским центром и т. д. Каждое из этих состояний оказывает заметное влияние на картину взаимодействия города и завода в целом, а следовательно, определяет структуру промышленного поселения.

Для того чтобы упорядочить эти возможные состояния и качественно оценить взаимодействие промышленной и селитебной зон, вводятся *качественные показатели взаимодействия*. Показатели делятся на группы в соответствии с тем, к каким элементам системы они относятся. Выделено четыре таких группы:

– *Общая характеристика промышленной зоны*. Данная группа непосредственно отражает состояние промышленной зоны через несколько ключевых показателей, таких как конфигурация промышленной зоны, характер ее развития (статичная, динамичная), класс вредности. Данные показатели нужны для предварительной оценки влияния производства на селитебную территорию в сложившихся градостроительных условиях.

– *Характер примыкания селитебных районов к промышленной зоне и степень их развитости*. В этой группе собраны показатели, отражающие, каким образом селитебная территория относится к промышленной зоне. Как располагаются жилые районы относительно производства – с одной стороны, с двух или же окружают его полностью. Если районов несколько, то какова степень их развитости. Как было отмечено, диспропорция в развитии районов является маркером перехода поселения к состоянию промышленного города. Кроме того, имеет значение то, как соприкасается селитебная зона с промышленной: непосредственно или косвенно. Нередки случаи, когда город с заводом разделены водной, ландшафтной или иной преградой, не позволяющей или существенно затрудняющей непосредственное градостроительное взаимодействие.

– *Взаимное расположение исторического центра, общегородского центра (фактического градостроительного ядра) и предзаводской площади* показывает диспозицию градостроительного каркаса в общих чертах. Так, взаимное расположение ключевых центров промышленного поселения часто убедительно демонстрирует направленность его развития. Если расположение центров совпадает, то поселение во многом развивается преемственно, сохраняя черты изначальной градостроительной структуры. В случае разделения этих центров, особенно общегородского от исторического, можно говорить о переходе города-завода в иное состояние, требующее иных подходов к размещению предприятий.

– *Характер расположения (трассировки) главных городских магистралей и основных градостроительных связей* демонстрирует в совокупности с предыдущим набором показателей, каким образом развивается градостроительный скелет поселения. Основные транспортные магистрали во многом отражают кратчайшие и наиболее выгодные направления для установления контактов. Именно вдоль этих направлений, вероятнее всего, будет происходить дальнейший рост города и производства.

Уточнение и дальнейшее развитие системы показателей взаимодействия позволят создать систему оценки конкретных градостроительных систем типа *город-завод – промышленный город* на предмет их соответствия той или иной стратегии градостроительного развития.

### Механизм работы системы

В случае когда промышленная зона города находится в планировочном центре, поведение градостроительной системы во многом детерминировано производством. Иными словами, промышленная зона является флагманом пространственного развития города, тогда как традиционно, напротив, селитебная зона задает тон градостроительным преобразованиям. Условием существования такой системы выступает высокий экономический статус предприятия. До тех пор, пока производство остается главным смыслом существования города, с его градостроительными потребностями приходится считаться. В противном случае, при снижении данного статуса ниже определенного порога, селитебная зона становится первичным источником преобразований в городах-заводах. В этом смысле можно говорить о весовых характеристиках двух структурообразующих зон, определение которых выходит за рамки данного исследования. Главенствующая роль промышленной зоны позволяет ей расширяться за счет прилегающих селитебных районов, диктовать места для жилой и общественной застройки, определять трассировку транспортных и инженерных коммуникаций.

Промышленная и селитебная зоны по природе своей различны и плохо взаимодействуют между собой [1]. Они во многом стремятся к автономному существованию, т. е. к минимизации инородного влияния на собственную градостроительную структуру. Так, развитие промышленной зоны может сильно сковываться экологическими ограничениями, обусловленными прилегающей селитебной территорией, архитектурно-художественными и планировочными требованиями по взаимной увязке двух зон и т. д. То же, но в обратную сторону работает и для селитебной территории.

Вместе с тем, кроме центробежных, имеются и центростремительные факторы, связывающие эти две территории, важнейшим из которых является потребность в приближении места работы к месту проживания. В результате при вынужденном взаимодействии двух зон по многим направлениям происходит поиск оптимальной степени их взаимного влияния. Так, снижение весовых характеристик промышленной зоны уменьшает степень ее воздействия на селитебные районы, и последние начинают «забирать свое». Примером этому может служить процесс сдачи в аренду площадей административно-бытовых корпусов (АБК) или даже целых цехов завода под общественные функции по мере сокращения производства. То же, но в обратную сторону происходит с промышленной территорией при повышении ее градоформирующей значимости, когда, например, селитебные территории переходят в пользование промышленных предприятий.

Рассматривая города-заводы, мы наблюдаем, что при длительном росте градоформирующей значимости промышленной зоны и ее динамичном характере развития поселение претерпевает существенные структурные изменения. В соответствии с принципом сохранения автономности селитьба начинает формироваться таким образом, чтобы промышленность оказалась на ее периферии. Это обусловлено тем, что растущее производство начинает препятствовать нормальному функционированию селитебной зоны, нарушая связность жилых районов и оказывая на них негативное экологическое воздействие. Следовательно, со временем город-завод в рассматриваемом здесь смысле перестает существовать. На практике это выражается в формировании нового планировочного ядра поселения, перераспределении транспортных потоков, создании одностороннего примыкания к промышленной зоне и в значительной диспропорции развития районов города, разделенных предприятием.

Однако, если предприятие имеет сравнительно небольшую градоформирующую значимость или статично по характеру пространственного развития, между селитебной территорией и заводом выстраивается оптимальный баланс, позволяющий продолжать развитие поселения без существенной трансформации изначальной градостроительной структуры. Границы промышленной зоны при этом остаются устойчивыми, а селитьба имеет свободу территориального роста. Даже с ликвидацией завода структура поселения существенно не меняется, т. к. его место могут без существенных усилий занять другие «функции центра».

Для более наглядной демонстрации принципов работы системы города-завода промоделируем ее историческое развитие, основанное на опыте изучения реальных примеров формирования старопромышленных поселений Урала. Как уже было отмечено, мы опускаем специфические природно-ландшафтные и историко-культурные особенности, имеющие место в реальных промышленных поселениях.

На первом этапе (рис. 2, а) для производства необходимой продукции в благоприятных ландшафтных, геологических и логистических условиях возводится предприятие, вокруг которого формируется селитебная зона. Для обеспечения нужд населения и осуществления функций управления создается общегородской центр, куда в числе прочего входит и предзаводская площадь. Жизнь города в большей степени находится под влиянием производства. Если



производство оказывается нерентабельным и закрывается, практически ничто не сможет далее поддерживать жизнь поселения – оно исчезает. Так, значительное количество городов-заводов Урала со вспомогательными производствами полностью прекратило свое функционирование, просуществовав не более века.

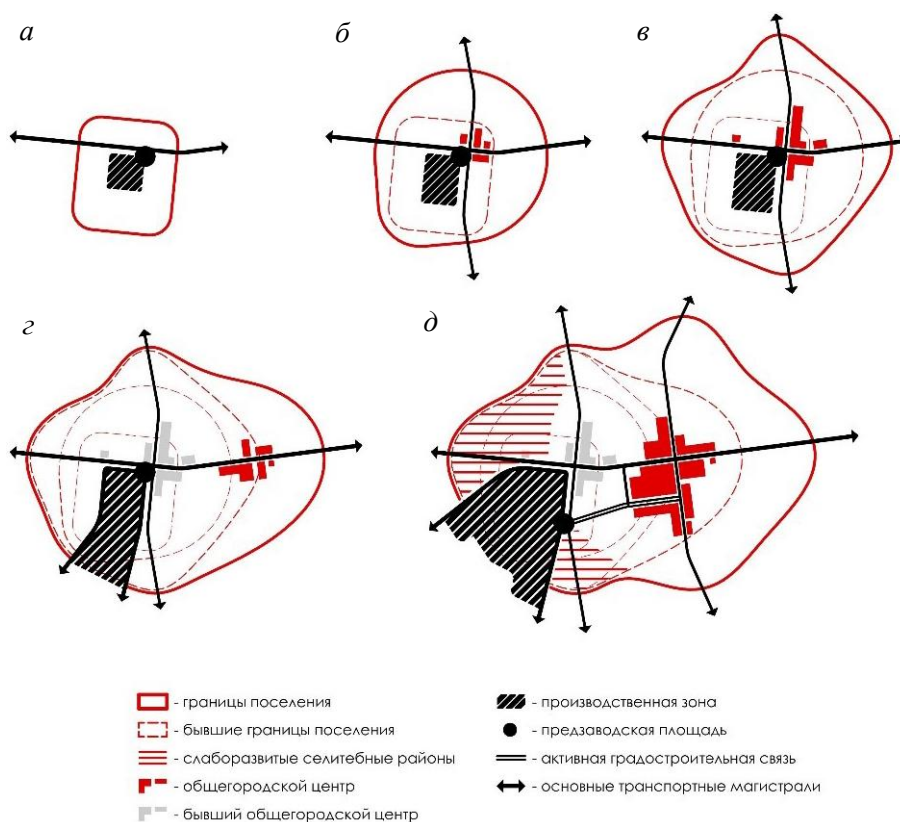


Рис. 2. Схемы развития города-завода:

*a* – зарождение города-завода; *б* – фаза активного становления; *в* – устойчивое развитие; *г* – реорганизация градостроительной структуры; *д* – гибридное состояние поселения

Fig. 2. Plant-town development maps:

*a* – plant-town generation; *b* – active formation; *c* – stable development; *d* – reorganization of urban planning structure; *e* – hybrid settlement

Вновь образованная система проходит фазу активного становления (рис. 2, б), в ходе которой определяются ее основные архитектурно-градостроительные параметры. Уточняются границы территории, намечаются линии транспортных и людских потоков, усложняется структура центральной зоны поселения и т. п. В этот период закладываются основные функциональные зоны, определяются места и размеры городских площадей, производственных и хозяйственных территорий, закрепляется сетка улиц и другие градостроительные параметры поселения, которые так или иначе будут сохраняться на протяжении десятилетий или столетий.

Далее поселение входит в фазу устойчивого развития (рис. 2, в). К этому времени границы промышленной зоны уже определены, а мощность завода стабилизирована. Этот период характеризуется небольшими улучшениями или ухудшениями общего состояния градостроительной системы без ее кардинального изменения. Заложенные в систему потенции последовательно реализуются до тех пор, пока не будут достигнуты пределы ее развития, когда она перестанет отвечать новым требованиям жизни, основным источником которых выступает новый технологический уклад.

На следующем этапе происходят изменения в технологии производства, ведущие к значительному увеличению мощности предприятия. Вместе с тем появляется потребность в его пространственном расширении (рис. 2, г). Промышленная зона начинает прирастать территориями, нередко за счет селитьбы, а существующая структура поселения становится неадекватной сложившейся ситуации. Выстроенный за долгое время баланс нарушается, что требует перестройки градостроительной структуры. Рост территории и мощности предприятия обуславливает удаление жилых и общественных образований от промышленной площадки, что влечет за собой разрыв многочисленных связей между районами города.

Общегородской центр стремится к поиску нового оптимального положения. Он начинает перемещаться, следуя за наиболее благоприятными градостроительными условиями, т. е. стремится занять место, где наиболее полно обеспечиваются связи с разными частями города и промышленностью (рис. 2, д). Поскольку селитебная зона, в связи с расширением заводской территории, оказывается разорванной, общегородской центр тяготеет к месту с наибольшей концентрацией населения и наикратчайшим доступом к предзаводской площади. В итоге один из городских районов приобретает первостепенную значимость в сравнении с остальными. Именно в нем преимущественно ведется новое строительство, реконструируются улицы, строятся современные учреждения обслуживания и т. д. Формируется одностороннее примыкание селитебной территории к промышленной зоне. Иными словами, *город-завод* постепенно трансформируется в *промышленный город*.

Фаза адаптации к новым градостроительным условиям происходит в соответствии со степенью реагирования конкретной градостроительной системы. На нее влияет множество факторов, от которых мы намеренно абстрагируемся: от эффективности муниципальных властей до природных условий местности. Градостроительная структура какое-то время существует в переходном режиме, когда черты города-завода сосуществуют с чертами промышленного города. Соотношение этих черт характеризует *степень гибридизации градостроительной системы*. Данный этап развития заканчивается, когда поселение полностью утрачивает структурно-функциональные черты старой системы. Это может произойти в результате коренной реконструкции поселения.

### Выводы

Таким образом, определено, что такое город-завод как градостроительная система, обозначены основные принципы ее построения и сконструирована

модель взаимодействия селитебных и промышленных зон в данных поселениях. Все это позволяет более обдуманно подходить к исследованию градостроительных проблем, возникающих в городах-заводах на современном этапе.

Следующими действиями в рамках данного исследования должны стать: уточнение и развитие созданной градостроительной модели, описывающей более конкретные ситуации; формирование системы оценки применимости тех или иных проектных решений по реорганизации старопромышленных территорий.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бурганов А.Д. Город и завод – природа градостроительных противоречий // *Архитектон: известия вузов*. 2024. № 4 (88). DOI: [https://doi.org/10.47055/19904126\\_2024\\_4\(88\)\\_5](https://doi.org/10.47055/19904126_2024_4(88)_5). URL: [http://archvuz.ru/2024\\_4/5/](http://archvuz.ru/2024_4/5/) (дата обращения: 24.02.2025).
2. Вершинин В.И. Эволюция промышленной архитектуры. Москва : Архитектура-С, 2007. 176 с. ISBN 9785964701248.
3. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. Москва : Стройиздат, 1984. 256 с.
4. Лотарева Р.М. Закономерности формирования производственных предприятий в структурах городов // *Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2009. № 3. С. 42–47.
5. Лотарева Р.М. Промышленное градостроительство: Промышленные предприятия в архитектурно-планировочных структурах городов. Екатеринбург : Архитектон, 1996. 176 с. ISBN 5-7408-0006-4.
6. Матвеев Е.С. Промышленные зоны городов. Москва : Стройиздат, 1985. 215 с.
7. Морозова Е.Б. Историческая эволюция взаимосвязи «город-производство»: пространственный аспект // *Архитектура : сборник научных трудов / редкол.: А.С. Сардаров (гл. ред.) [и др.]. Минск : БНТУ, 2019. Вып. 12. С. 182–186.*
8. Морозова Е.Б. От промышленного поселения до технопарка: территориальные объекты промышленной архитектуры. Минск : БНТУ, 2014. 208 с.
9. Doxiadis C.A. Ekistics: An introduction to the Science of Human Settlements. London : Oxford University Press, 1968. 527 p.
10. Doxiadis C.A. Ekistics, the Science of Human Settlements // *Science*. 1970. V. 170. № 3956. P. 393–404.

#### REFERENCES

1. Burganov A.D. City and Factory are the Nature of Urban Planning Contradictions. *Arkhittekton: izvestiya vuzov*. 2024; 88 (4). Available: [http://archvuz.ru/en/2024\\_4/5/](http://archvuz.ru/en/2024_4/5/) (accessed February 24, 2025). (In Russian)
2. Vershinin V.I. Evolution of Industrial Architecture. Moscow: Arkhitektura-S, 2007. 176 p. ISBN 9785964701248. (In Russian)
3. Gutnov A.E. Evolution of Urban Planning. Moscow: Sroyizdat, 1984. 256 p. (In Russian)
4. Lotareva R.M. Formation of Production Enterprises in Urban Structures. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2009; (3): 42–47. (In Russian)
5. Lotareva R.M. Industrial Planning: Industrial Enterprises in Architectural and Planning Structures of Cities. Ekaterinburg: Architecton, 1996. 176 p. ISBN 5-7408-0006-4. (In Russian)
6. Matveev E.S. Industrial Zones of Cities. Moscow: Sroyizdat, 1985. 215 p. (In Russian)
7. Morozova E.B. Historical Evolution of City-Industry Relations: Space Aspect. In: *Coll. Papers 'Arkhitektura'*, A.S. Sardarov Ed., Minsk, 2019; (12): 182–186. (In Russian)
8. Morozova E.B. From Industrial Settlement to Technopark: Territorial Objects of Industrial Architecture. Minsk, 2014. 208 p. (In Russian)
9. Doxiadis C.A. Ekistics: An Introduction to the Science of Human Settlements. London: Oxford University Press, 1968. 527 p.
10. Doxiadis C.A. Ekistics, the Science of Human Settlements. *Science*. 1970; 170 (3956): 393–404.

**Сведения об авторе**

*Бурганов Андрей Дмитриевич*, аспирант, Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алферова, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 23, andrey199126@gmail.com

**Author details**

*Andrei D. Burganov*, Research Assistant, Ural State University of Architecture and Art, 23, Karl Libknekht Str., 620075, Ekaterinburg, Russia, andrey199126@gmail.com

Статья поступила в редакцию 24.02.2025  
Одобрена после рецензирования 15.03.2025  
Принята к публикации 19.03.2025

Submitted for publication 24.02.2025  
Approved after review 15.03.2025  
Accepted for publication 19.03.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 88–99.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 88–99.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.01.185 (571.16)

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-88-99

EDN: JFDGSC

# МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТОМСКА

Ирина Дмитриевна Верёвкина<sup>1</sup>, Николай Васильевич Дубынин<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>АО «Центральный научно-исследовательский  
и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий  
и сооружений – ЦНИИПромзданий», г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, г. Москва, Россия

<sup>4</sup>Московский информационно-технологический университет –  
Московский архитектурно-строительный институт, г. Москва, Россия

**Аннотация.** Актуальность. Проектирование жилища, особенно социального жилья, сталкивается с рядом сложных вопросов: определение необходимого уровня комфортности, учет специфики разных городов, потребность в рекомендациях по проектированию. Решение этих задач позволяет определить основные направления научных исследований.

**Целью** исследования является разработка методологии проектирования социального жилья, ориентированной на высокое качество архитектурно-планировочных и архитектурно-художественных решений экономически доступными средствами.

**Методы.** В процессе работы использованы методы статистического анализа данных и моделирования квартирного пространства (создание схемы).

**В результате** исследования были выделены три аспекта проектирования социального жилья: дано определение содержания понятия «комфорт» в контексте проектирования жилища; выявлены локальные условия, характерные для различных населенных пунктов, влияющие на архитектурно-планировочные решения жилых пространств; определен формат рекомендаций по архитектурно-планировочным решениям квартир социального жилья.

**Ключевые слова:** архитектура жилища, социальное жилье, многоквартирное жилое здание, квартира, комфорт

**Для цитирования:** Верёвкина И.Д., Дубынин Н.В. Методология проектирования социального жилья на примере города Томска // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 88–99. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-88-99. EDN: JFDGSC

## ORIGINAL ARTICLE

DESIGN METHODOLOGY OF SOCIAL HOUSING  
ON THE EXAMPLE OF TOMSKIrina D. Verevkina<sup>1</sup>, Nikolai V. Dubynin<sup>2,3,4</sup><sup>1</sup>Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia<sup>2</sup>AO "TsNIIPROMZDANII" Moscow, Russia<sup>3</sup>The National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow, Russia<sup>4</sup>Moscow Information Technology University – Moscow Institute  
of Architecture and Civil Engineering, Moscow, Russia

**Abstract.** Housing design in general, and social housing in particular, faces complex issues of determining the necessary level of its comfort, specificity for different cities, the need for design recommendations. Their careful consideration allows us to define the main directions of scientific studies.

**Purpose:** The aim of the work is to develop a methodology for the design of social housing, where the high quality of architectural-planning and architectural-artistic solutions should be achieved by affordable means.

**Methodology:** The statistical data analysis is used and the apartment model is proposed herein.

**Research findings:** Three aspects are elaborated for the social housing design: the definition of the term comfort, conditions that may be specific to different settlements and affect architectural and planning solutions of housing, recommendations are given to architectural and planning solutions of social housing.

**Keywords:** building architecture, social housing, multi-apartment residential building, flat, comfort

**For citation:** Verevkina I.D., Dubynin N.V. Design Methodology of Social Housing on the Example of Tomsk. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 88–99. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-88-99. EDN: JFDGSC

## Введение

Тема архитектурного проектирования жилища может показаться простой и даже скучной, особенно когда речь идет о социальном жилье – в отличие от элитного, которое, как принято считать, является полем для реализации творческих и художественных замыслов архитектора в планировочном решении, внешнем облике, интерьере. Однако при ближайшем рассмотрении современных публикаций в специализированных архитектурных журналах, а также анализе предложений коммерческого жилья в новостройках становится очевидным, что удобные для проживания планировочные решения встречаются далеко не всегда – иногда даже реже, чем в так называемых типовых домах брежневских времен. Ситуация с социальным жильем оказывается еще более сложной в связи с экономией средств. Это свидетельствует о потребности в разработке методологии проектирования жилища, в особенности социального жилья, где высокое качество архитектурно-планировочных и архитектурно-художественных решений должно быть достигнуто доступными средствами.

Для преодоления существующих проблем качества архитектуры социального жилья необходимы теоретические и практические исследования. В рамках планирования направлений таких исследований предлагается рассмотреть следующие вопросы:



- определение содержания термина «комфорт» в области проектирования жилища;
- выявление локальных условий, характерных для конкретных населенных пунктов, влияющих на выбор архитектурно-планировочных решений. В настоящей работе в качестве примера будет рассмотрен г. Томск;
- определение формата рекомендаций по архитектурно-планировочным решениям, предлагаемым проектировщику.

**Определение содержания термина «комфорт».** Термин «комфорт», значение которого может казаться интуитивно понятным, не имеет единого точного определения и не закреплён в нормативных документах. Разные исследователи вкладывают в него различный смысл. Единственное официальное определение уровня комфортности проживания приведено в СП 145.13330.2020 «Дома-интернаты. Правила проектирования» (с изменением № 1): уровень комфортности проживания: «Комплекс характеристик выполнения действующих норм по безопасности, объёмно-планировочным и конструктивным решениям, эргономике, необходимому инженерно-техническому оснащению, пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологическим требованиям, экологической безопасности, безопасности строительных материалов для здоровья человека, комплексной безопасности и антитеррористической защищённости». Однако это определение является специфичным и применяется только в контексте данного документа, что ограничивает его использование.

В контексте архитектурного проектирования приведенное определение не совсем точное в отношении социального жилья. Оно должно быть связано с непосредственным восприятием человека, с его ощущением удобства и благополучия. Вопросы соответствия техническим нормам, конструктивным решениям, пожарной, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности целесообразно рассматривать отдельно, т. к. пользователь, как правило, не способен их оценить – они скрыты профессиональным контекстом и больше относятся к техническим характеристикам, подтверждающим качество жилища. В исследованиях архитектуры жилища, в т. ч. социального жилья, можно принять понимание термина «комфорт», которое будет определяться удобством объёмно-планировочных решений, обеспечением приемлемой внутренней среды, соблюдением эргономики, уровнем инженерно-технического оснащения.

Под удобством объёмно-планировочных решений следует понимать выбор параметров помещений, позволяющих реализовать все необходимые бытовые функции: приготовление и прием пищи, сон, досуг, обучение, хобби, хранение вещей – и, соответственно, полноценную жизнедеятельность человека.

Под обеспечением приемлемой внутренней среды следует подразумевать соблюдение установленных требований к температурно-влажностному режиму помещений и качеству воздуха, определенных ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01–2003», что непосредственно влияет на самочувствие человека. Также необходимо отметить значимость акустических характеристик жилища. В условиях многоквартирного дома необходимо обеспечить защиту от воздушного и ударного шума согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума», а также от внешних ис-

точников шума, таких как уличное движение. Не менее важным является естественное освещение, определяющее уровень и продолжительность инсоляции помещений, регламентированные СП 52.13330 «Естественное и искусственное освещение». Нарушение этих параметров может привести к снижению качества жизни и повышению заболеваемости населения.

Под эргономикой следует понимать формирование функциональных зон помещений с учетом параметров человека и пространства, необходимого для выполнения предусмотренных функций. Этот аспект, к сожалению, не достаточно отражен в современных нормативах, хотя был подробно рассмотрен в прошлом веке в нормах планировочных элементов по жилым зданиям НП 1.1-75 «Помещения квартирных жилых домов для городского строительства», что обеспечивало полноценное выполнение процессов жизнедеятельности.

Под инженерно-техническим оснащением следует понимать инженерные системы отопления, водоснабжения и канализации, электроснабжения и освещения, без которых невозможно представить жизнь в современном многоквартирном доме. Также все большее значение приобретают системы кондиционирования, ИТ-технологии, в том числе системы управления «домом».

Таким образом, для социального жилья можно предложить следующее определение термина «комфорт» – комплекс характеристик объемно-планировочных решений, эргономики, внутренней среды, света, акустики, инженерно-технического оснащения (таблица).

**Выявление локальных условий населенных пунктов.** Специфические условия различных населенных пунктов, влияющие на архитектурно-планировочные решения, можно условно разделить на природно-климатические, градостроительные, социально-культурные и демографические.

Природно-климатические условия особенно активно влияют на архитектуру зданий и жилых помещений. На территории нашей страны выделено четыре климатических района, каждый из которых предъявляет к жилищу различные требования. В Томске, относящемся к I климатическому району строительства и подрайону IV, с учетом условий холодного и теплого времени года традиционно применяются следующие архитектурно-планировочные решения:

- многоквартирные жилые здания секционного и коридорного типов, обеспечивающие необходимую энергоэффективность за счет ширины корпуса 12 м и более;

- объемно-планировочные решения с так называемыми буферными пространствами, позволяющими сократить теплопотери (теплый чердак, теплое подполье), а также согласно нормативам для зданий высотой 4 этажа и более предусматриваются двойные тамбуры при входах в здание.

Дополнительно, учитывая опыт проектирования и эксплуатации жилища в Томске и в других городах с аналогичными климатическими условиями, можно предположить целесообразность следующих решений:

- исключение размещения мест для сна или работы (хобби, учебы) у наружных стен, имеющих более низкую температуру поверхности, чем внутреннее (если не предусмотрен дополнительный подогрев);

- остекление лоджий и балконов для защиты от осадков, ветра и увеличения комфортного времени использования в теплое время года и межсезонье,

а также создания дополнительной буферной зоны, защищающей квартиру от неблагоприятных погодных условий;

– возможность трансформации помещений, когда в теплое время года остекленные балкон или лоджия могут объединяться с общей комнатой и использоваться как ее продолжение, увеличивая внутреннее пространство;

– расширенные пространства для хранения верхней зимней одежды в виде встроенных шкафов или гардеробной.

Таким образом, для учета природно-климатических особенностей г. Томска можно рекомендовать применение многоквартирных жилых зданий секционного и коридорного типов для жилой застройки с объемно-планировочными решениями с так называемыми буферными пространствами.

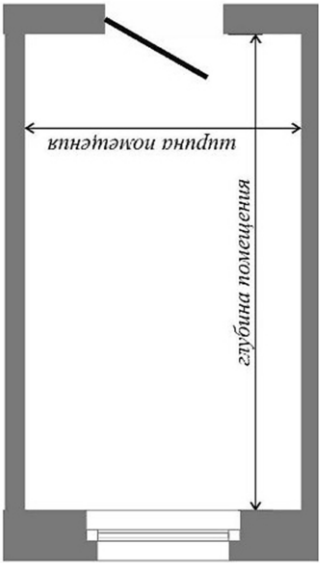
Социально-культурные и демографические особенности населенного пункта определяются его ролью в системе расселения. В этом отношении Томск выполняет функцию города-университета, что формирует уникальный демографический состав населения от молодежи до старшего возраста, в основном преподавателей и сотрудников расположенных в городе вузов, ученых и технического персонала. Это определяет специфику возрастных категорий населения, что, в свою очередь, должно быть учтено при планировании соотношения типов квартир и их количества.

Для выявления потребительских предпочтений жителей необходимо проводить социологические исследования конкретного поселения по отношению к квартирам в структуре жилищного фонда, которые могут быть специфичными в зависимости от сложившихся с детства стереотипов и представлений о жилище, наличия опыта проживания в разных условиях и поэтому трудно предсказуемыми [1].

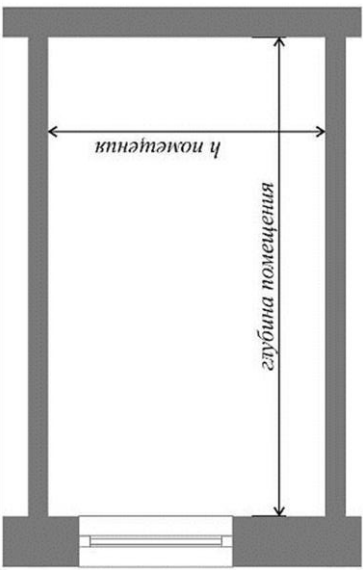
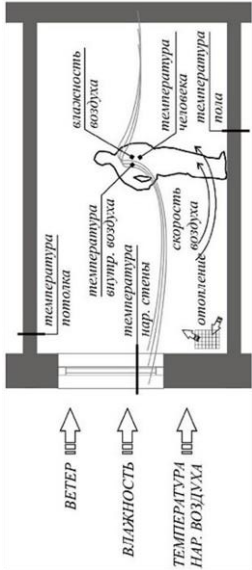
По национально-бытовым особенностям, влияющим на ведение домашнего хозяйства и быт семьи, Томск принципиально не отличается от других городов России, однако национально-бытовые требования к жилищу могут присутствовать в республиках, что отмечено в работах других авторов [2, 3].

Таким образом, для учета социально-культурных особенностей г. Томска можно рекомендовать выбор состава и соотношения квартир на основании анализа демографических характеристик и социологических исследований.

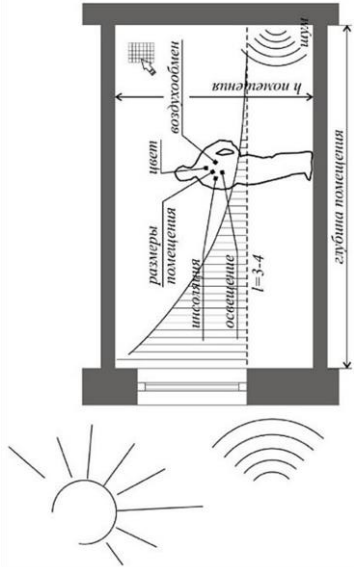
Градостроительные условия г. Томска определяются «Региональными нормативами градостроительного проектирования Томской области» (Приказ от 24 января 2022 года № 2-п Департамента архитектуры и строительства Томской области). Однако данный документ не содержит специальных требований к жилой застройке, ее плотности и этажности. Между тем нельзя не учитывать большое количество исторической малоэтажной застройки, необходимость сохранения исторических панорам города, близость к историческому центру новых строящихся жилых районов. Размещение социального жилья на территории г. Томска предпочтительно осуществлять на резервируемых для развития территориях существующих жилых районов (Ленинский, Октябрьский и Кировский) с частичным расширением на периферии. Это необходимо для сохранения привычных условий жителям, позволит избежать разделения социального жилья с другими типами жилища для разных социальных слоев населения и изоляции микрорайонов или районов, а также предотвратит социальное расслоение населения.

п/п	Нормативные показатели		Нормативный документ	Общие характеристики помещений
1	Объем воздуха, м³/ч			Проветривание помещений через фрамуги, лестничные клетки, сквозное проветривание и вент. каналы
	Жилые комнаты	30	1	
	Кухня с электроплитой	60	2	
	Кухня с газовой плитой	100	2	
	Ванная комната, душевая, совмещенный санузел	50	2	
	Уборная, туалет, постирочная	25	2	
2	Нормативные размеры помещений в плане, м²			 <p>план</p>

Продолжение таблицы  
Continuation

п/п	Нормативные показатели	Нормативный документ	Общие характеристики помещений
3	Нормативные величины высоты помещений, м		
	Высота жилых помещений	2,5	
	Минимальная высота вспомогательных помещений (коридор, холл, передняя)	2,1	
4	Нормы микроклимата в жилых помещениях в холодный период года		
	Показатели	Оптимальная	
	Температура воздуха, °С	21–23	
	Относительная влажность воздуха, %	45–30	
	Скорость движения воздуха, м/с	0,15	

Окончание таблицы  
End of table

п/п	Нормативные показатели				Нормативный документ	Общие характеристики помещений
Нормы по освещенности, звукоизоляции и радиоактивности						
5	Показатели	Общая комната	Спальная	Сан. узлы		
	Допустимый уровень шума, дБА	40 – дневное время (07.00 – 23.00) 30 – ночное время (23.00 – 07.00)			4	
	Освещение, КЕО	Не менее 0,5			–	
6	Продолжительность непрерывной инсоляции, ч					
	1–3-комнатные квартиры, не менее чем в одной комнате			2	6	
	в 4- и более комнатных квартирах, не менее чем в двух комнатах			2	6	
	В многокомнатных квартирах (4 и более комнат), где инсолируется не менее 3 комнат			1,5	6	
	В 2- и 3-комнатных квартирах, где инсолируется не менее 2 комнат			1,5	6	

\* Согласно СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» г. Томск расположен в климатической зоне 1В. Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 равна –39 °С. Центральная зона (58–48° с. ш.) с 22 апреля по 22 августа.

1. СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

2. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные. Параметры микроклимата в помещениях», п. 4.4., табл. 1.

3. ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

4. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», табл. 5.35.

5. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение», табл. 4.2.

6. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», табл. 5.58.



Социальное жилье для массового строительства должно быть экономичным, что достигается за счет использования многоквартирных жилых зданий, а также при повышении их этажности, что снижает площадь внеквартирных помещений, наружных ограждающих конструкций, протяженность улично-дорожной сети (УДС), инженерных коммуникаций на единицу площади квартир. То есть экономичность непосредственно связана с урбанизацией жилой среды. Эти же правила распространяются и на организацию и качество сферы обслуживания. В связи с этим можно предположить, что наиболее целесообразным будет применение среднеэтажных многоквартирных жилых зданий. Отметим, что опыт строительства таких зданий в г. Томске весьма обширен. При этом малоэтажная застройка возможна при экономической целесообразности, что крайне затруднительно при строительстве социального жилья. Многоэтажные здания допустимы, но не должны превышать 10 этажей, чтобы не оказывать отрицательного влияния на ценные визуально-ландшафтные характеристики городской среды. При этом градостроителям можно учитывать опыт Москвы по выполнению визуально-ландшафтного анализа территории и (или) объектов капитального строительства, условия которого определены постановлением Правительства Москвы от 30 июня 2020 г. № 918-ПП.

Таким образом, для учета градостроительных условий г. Томска можно рекомендовать в основном многоквартирные жилые здания средней этажности.

**Формат рекомендаций по архитектурно-планировочным решениям.** Формат рекомендаций, предлагаемых проектировщику, должен иметь качества универсальности для применения в разных проектах. Анализ исследовательских работ показывает, что такими рекомендациями могут выступать функциональные и/или планировочные схемы, максимально абстрагированные от конкретных адресных решений. Одно из ключевых требований к таким схемам – отсутствие привязки к конкретным конфигурациям плана или параметрам, которые могут восприниматься как стереотипы и подсознательно ограничивать творческий подход проектировщика. Наиболее эффективным результатом научной работы в области жилища могут стать функциональные схемы, позволяющие определить состав и зонирование помещений; графические схемы, иллюстрирующие квартирографию жилого здания [4]; нормали планировочных элементов. Такие схемы активно использовались в изданиях Э. Нойферта еще в 1959 г. [5], нашли отражение в нормалях планировочных элементов НП 1.1-75 в 1975 г. и с тех пор применяются многими исследователями.

Однако важно понимать, что сама схема – всего лишь инструмент для отображения индивидуального решения функционального зонирования, которое постоянно эволюционирует с изменением быта, образа жизни людей. Кроме того, очень важны и условия эргономики, которые меняются с появлением новых предметов быта, техники и оборудования. Например, схемы прошлого века не могли учитывать появления дистанционных рабочих мест, массового внедрения бытовой техники в виде автоматических стиральных и посудомоечных машин, кондиционеров, а также современных возможностей трансформации помещений и т. п.

В рамках настоящего исследования авторы предлагают собственный вариант графоаналитической схемы моделирования квартиры, позволяющий си-

стематизировать учет внешних и внутренних факторов на разных этапах выбора архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерно-технических решений и при определении эксплуатационных характеристик, представленный на рисунке.

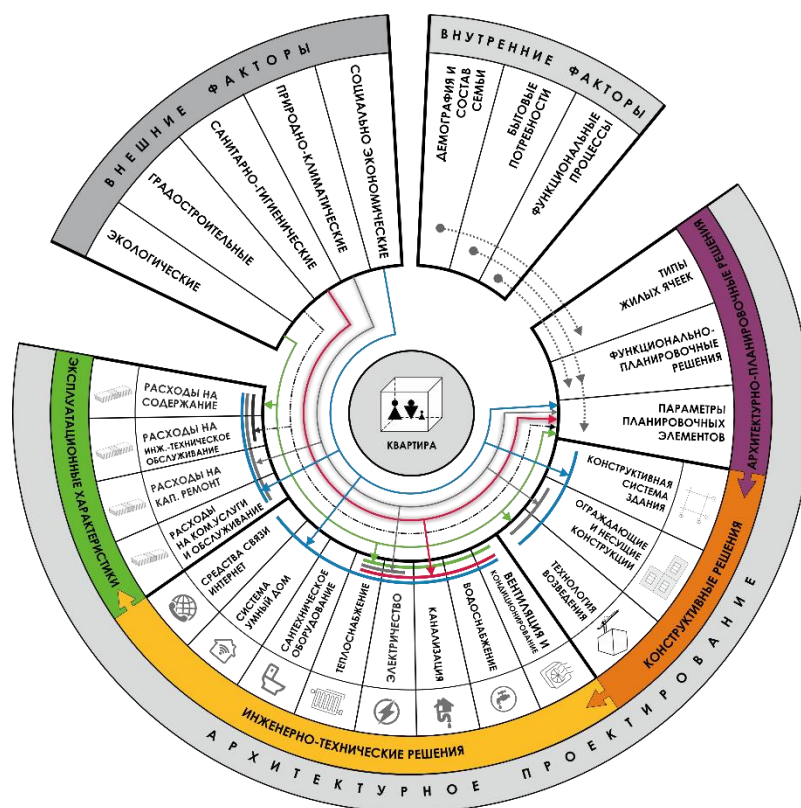


Схема моделирования квартиры  
Schematic of apartment modeling

Таким образом, в качестве результатов исследования в области проектирования квартир было бы целесообразно предложить:

- функциональные схемы квартир;
- схемы планировочных элементов (жилых и вспомогательных помещений квартир);
- графоаналитическую схему моделирования квартиры;
- схему соотношения квартир в жилом здании.

### Заключение

В ходе работы были рассмотрены вопросы, предваряющие исследование проблем оптимизации архитектуры социального жилья. Определены значения термина «комфорт» в контексте проектирования жилища; проанализированы специфические условия различных населенных пунктов (природно-климатические, социально-культурные, демографические и градостроительные), влияю-

шие на архитектурно-планировочные решения; предложен формат рекомендаций по архитектурно-планировочным решениям для проектировщиков. Представленная последовательность может служить методологией предварительного исследования, которая обеспечит корректное применение архитектурно-планировочных решений социального жилья в разных городах страны.

Региональная специфика природно-климатических условий, социально-культурных и демографических характеристик, а также степень урбанизации территории могут существенно варьироваться в разных населенных пунктах. Это означает, что типология квартир не может разрабатываться усредненной для всей страны в целом. Разнообразие требований к жилой ячейке является реальной предпосылкой для дифференциации типов квартир в зависимости от региона.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сангаджиев Ю.И. Архитектурно-планировочные традиции кочевого жилища в современном строительстве (на примере Калмыкии) // Монголоведение. 2004. № 3 (1). С. 246–270.
2. Верёвкина И.Д. Социальное жильё: основные требования потребителя // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 1. С. 43–50. DOI: 10.22337/2077-9038-2019-1-43-50. EDN: WEUYTM
3. Рубаненко Б.Р., Карташова К.К., Тонский Д.Г. и др. Жилая ячейка в будущем / под ред. Б.Р. Рубаненко, К.К. Карташова. Москва : Стройиздат, 1982. 198 с.
4. Верёвкина И.Д. Квартирография социального жилья для города Томска в архитектуре жилища // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 4. С. 130–137. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-4-130-137. EDN: ICCPHK
5. Нойферт Э. Строительное проектирование : пер с нем. Москва : Архитектура-С, 2009. 560 с. ISBN 978-5-9647-0156-9.

#### REFERENCES

1. Sangadzhiev Yu.I. Architectural Planning Traditions of Nomadic Dwellings in Modern Construction (the Kalmykia case study). *Mongolovedenie*. 2004; 3 (1): 246–270. (In Russian)
2. Verevkina I.D. Social Housing: Basic Consumer Requirements. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2019; (1): 43–50. DOI: 10.22337/2077-9038-2019-1-43-50 (In Russian)
3. Rubanenko B.R., Kartashova K.K. (Eds.), Tonsky D.G., et al. Residential Unit in the Future. Moscow: Stroyizdat, 1982. 198 p. (In Russian)
4. Verevkina I.D. Apartment Layouts of Social Housing for Tomsk Architecture. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26 (4): 130–137. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-4-130-137 (In Russian)
5. Neufert E. Bauentwurfslehre. Moscow: Arkhitektura-S, 2009. 560 p. ISBN 978-5-9647-0156-9. (Russian translation)

#### Сведения об авторах

Верёвкина Ирина Дмитриевна, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, verevkinai@mail.ru

Дубынин Николай Васильевич, канд. архитектуры, доцент, начальник отдела научных исследований в области градостроительства, жилых, общественных и производственных зданий АО «ЦНИИПромзданий», 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2; доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; доцент, Московский информационно-технологический университет – Московский архитектурно-строительный институт, 109316, г. Москва, пр. Волгоградский, 32, корп. 11, archresearch@mail.ru

#### Authors Details

*Irina D. Verevkina*, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya, sq., 634003, Tomsk, Russia, verevkinai@mail.ru

*Nikolai V. Dubynin*, PhD, A/Professor, Central Research Institute of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 46, Dmitrovskoe shosse, 127238, Moscow, Russia; The National Research Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoe Road, 129337, Moscow, Russia; Moscow Information Technology University – Moscow Institute of Architecture and Civil Engineering, 32, Volgogradskii Ave., 109316, Moscow, Russia, archresearch@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 02.04.2025  
Одобрена после рецензирования 17.04.2025  
Принята к публикации 05.05.2025

Submitted for publication 02.04.2025  
Approved after review 17.04.2025  
Accepted for publication 05.05.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 100–113.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 100–113.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 721.011

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-100-113

EDN: JKQCWE

# УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ APEX В МОСКВЕ

**Мария Игоревна Рубанова**

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

**Аннотация.** Исследование посвящено анализу авторских зданий, построенных по проектам архитектурного бюро APEX в г. Москве и выявлению критериев их уникальности. Уникальные здания выделяются среди окружающей застройки особыми характеристиками и инновационными решениями, применяемыми в процессе проектирования и строительства. Такие здания часто становятся знаковыми объектами, отражающими современные тенденции в развитии архитектуры города. В работе рассмотрено два реализованных проекта компании APEX – Red7 и «Делюкс-резиденция Саввинская, 27», которые создавались совместно с зарубежными архитектурными компаниями и могут быть отнесены к уникальным зданиям.

**Актуальность** работы обусловлена активным развитием строительства масштабных оригинальных зданий и малой изученностью критериев их уникальности.

**Методы.** Исследование основано на применении методов комплексного анализа и систематизации данных, полученных из привлеченных библиографических и интернет-источников, а также сравнительного анализа и творческого синтеза при формулировке выводов.

**Теоретическая значимость** заключается в возможности использования полученных результатов для изучения объектов архитектуры и обосновании их уникальности, а также при подготовке докладов на научных конференциях.

**Научная новизна** исследования заключается в анализе привлеченных источников и в определении ключевых критериев уникальности зданий, которые могут быть применены для оценки подобных объектов.

**В результате** проведенного исследования установлено, что уникальные здания играют важную роль в развитии городской среды, демонстрируя передовые технологии и архитектурные решения. Они способствуют улучшению экологической ситуации, повышению социальной значимости и качества жизни, становятся символами прогресса и инноваций.

**Ключевые слова:** уникальные здания, архитектура, архитектурное бюро APEX, архитектура Москвы, инновации в архитектуре

**Для цитирования:** Рубанова М.И. Уникальные здания на примере объектов компании APEX в Москве // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 100–113. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-100-113. EDN: JKQCWE

## ORIGINAL ARTICLE

## UNIQUE BUILDINGS BUILT BY APEX PROJECTS IN MOSCOW

Maria I. Rubanova

*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

**Abstract.** The article is devoted to buildings built by projects of the architectural bureau APEX in Moscow and identifies criteria of their uniqueness. Unique buildings stand out among others by their unique and innovative design solutions. Such buildings often become iconic objects reflecting modern trends in urban architecture. The paper considers two projects implemented by the APEX company, namely Red7 and Deluxe Residence on Savvinskaya, 27, created in cooperation with foreign architectural companies and can be referred to unique buildings. The relevance of the study is due to the active construction of large-scale original buildings and little study of their uniqueness criteria.

**Methodology:** Complex analysis and data systematization from the literature and the Internet, comparative analysis and creative synthesis for writing conclusions.

**Research findings:** It is shown that unique buildings play an important role in the development of urban environment, demonstrating advanced technologies and architectural solutions. They contribute to the environmental improvement, social significance and quality of life, become symbols of progress and innovation.

**Practical implications:** The obtained results can be used to prepare conference reports, study architectural objects and justifying their uniqueness.

**Value:** The literature review and definition of criteria of the uniqueness of buildings.

**Keywords:** unique buildings, architecture, architectural bureau APEX, Moscow architecture, innovations in architecture

**For citation:** Rubanova M.I. Unique Buildings Built by APEX Projects in Moscow. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 100–113. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-100-113. EDN: JKQCWE

Настоящее исследование является продолжением изучения процесса проектирования архитектурных объектов, который объединяет комплекс разнообразных задач, включающих сбор и анализ исходной информации о будущем объекте, его функциональных особенностях, изучение актуальных нормативных документов и конструктивных приемов для поиска оптимального решения. Важным этапом предпроектного исследования считается изучение территории, на которой проектируется объект, специфики окружающей застройки, в том числе объемно-пространственных, архитектурно-художественных и функциональных характеристик. В результате на основе проведенных исследований и обоснования предлагаемого проектного решения создается архитектурный проект [1].

Автором ранее были рассмотрены концептуальные основы проектирования на примере создания досугового студенческого центра ТГАСУ в г. Томске [2], функциональные основы проектирования на примере музейных объектов [3], современные приемы проектирования квартальной жилой застройки [4], трехмерное компьютерное моделирование как эффективный инструмент архитектурного проектирования [1], которые являются важными составляющими процесса проектирования. В настоящем исследовании предлагается рассмот-



реть авторские здания, построенные по проектам архитектурного бюро АРЕХ в г. Москве, и выявить критерии их уникальности.

Изучением особенностей проектирования и строительства уникальных большепролетных зданий и сооружений занимались в основном инженеры: П.Г. Еремеев, О.А. Кудинов, В.В. Леденев, Н.М. Никонов В.И. Шумейко, А. Чхум и другие авторы, которые рассматривали в основном критерии конструктивной надежности зданий.

Сегодня термин «уникальный» часто используется для обозначения практически любого объекта, привлекающего внимание. Однако нередко отсутствует четкое объяснение причин, по которым тот или иной объект называют уникальным. Между тем этот термин подразумевает определенные характеристики строительных объектов. В соответствии с положениями ч. 2 ст. 48.1 Градостроительного кодекса России (в редакции от 30 декабря 2021 г.), здание может быть признано уникальным, если оно соответствует как минимум одному из перечисленных критериев: высота надземных конструкций – от 100 м; длина пролетов – от 100 м; длина консоли – от 20 м; глубина расположения подземной части – от 15 м.

Можно также отметить, что достижение указанных технических характеристик сопровождается сложностями на этапах проектирования и строительства уникальных зданий (по одному и нескольким критериям). Среди них необходимость дублирования части или всего объема расчетов с привлечением второй команды инженеров; разработка особых условий возведения и мониторинга уникального объекта; потребность в моделировании, а часто и проведении испытаний на масштабных моделях; увеличение запаса прочности строительных конструкций, обычно в пределах 1,2–1,5 раза по сравнению с нормативным.

Кроме того, уникальное здание нуждается в детальной экспертизе, учитывающей особенности грунта, ветровой нагрузки, сейсмической активности, фундамента, надземных строительных конструкций. Также усложняется и процесс согласования таких объектов: здание, отличающееся большими габаритами, неизбежно представляет повышенную угрозу для находящихся внутри и снаружи людей [5].

В России, как и в других передовых странах мира, тяга к масштабной архитектуре прослеживается с древних времен и до настоящего времени. Примерами служат Московский и Нижегородский кремли, храмы Василия Блаженного и Спаса на Крови, Большой театр в Москве, театр оперы и балета в Новосибирске и другие знаковые сооружения. В современной архитектуре особое внимание уделяется строительству высотных зданий.

Рассмотрим некоторые зарубежные уникальные здания.

**Ren building** (Шанхай, Китай) (рис. 1). Этот небоскреб был возведен в 2010 г. и с тех пор является одним из самых узнаваемых не только в Китае, но и во всем мире. Форма здания символизирует иероглиф, означающий «человек». Архитектурная идея здания основана на разделении пространства. Восходящая часть отведена для развития телесной составляющей человека, для занятия разными видами спорта, а заходящая отведена для работы над духовным развитием и внутренним миром. Центральная часть, где сходятся две стороны здания, образует большой квадрат, защищенный от дождя. Это пространство используется

для организации мероприятий на открытом воздухе. Также внутри здания расположен отель на 1000 номеров, в котором может остановиться любой желающий и насладиться видами оживленных городских улочек Шанхая.

В качестве авторов этого проекта значится команда PLOT, под лейблом которой выступают две молодые архитектурные мастерские BIG и JDS. Обе мастерские организованы двумя выпускниками мастерской Рема Кулхаса (ОМА). Архитекторы активно используют язык символов, преобразуя графическое начертание в форму [6].

**Финансовый центр «Бунд»** (The Bund Finance Center) – проект Нормана Фостера и Heatherwickstudio (Китай), заверченный в 2013 г. (рис. 2).



Рис. 1. Ren building (Шанхай, Китай) [6]  
Fig. 1. Ren Building (Shanghai, China)



Рис. 2. Финансовый центр «Бунд» (Китай) [7]  
Fig. 2. Bund Financial Center (China)

Главная особенность этого здания – наличие динамичных панелей, которые имитируют движение водопада. Архитекторы и дизайнеры стремились создать объект, который выделялся бы на фоне имеющихся бизнес-центров и привлекал внимание, чтобы людям хотелось фотографировать. Стоит признать, им это удалось: сложно пройти мимо этой конструкции и не запечатлеть на камеру [7].

Развитие строительных технологий, появление новых материалов и методик расчета позволяют возводить поистине гигантские здания. В настоящее время глобальные общепринятые тенденции связаны с экологическими и социально значимыми аспектами развития в области архитектуры, которые способствуют минимизации воздействия на окружающую среду и улучшению качества жизни населения.

Таким образом, можно выделить следующие *критерии уникальных зданий*:

1. Инновационные технологии. Уникальные здания часто включают передовые технологии, которые улучшают их эксплуатационные характеристики. Это могут быть системы «умного дома», солнечные панели, геотермальные системы отопления и вентиляции.

2. Экологическая устойчивость. Такие здания проектируются с учетом минимизации воздействия на окружающую среду. В их конструкции используются экологически безопасные материалы, внедряются системы управления отходами, а также применяются возобновляемые источники энергии.

3. Архитектурная оригинальность. Уникальные здания отличаются нестандартным дизайном и смелыми архитектурными решениями. Это могут быть необычные формы, использование инновационных материалов или интеграция современных художественных элементов.

4. Социальная значимость. Уникальные здания могут играть важную роль в обществе, предоставляя инфраструктуру для решения социальных задач. Это могут быть образовательные учреждения, медицинские центры или культурные объекты, которые способствуют улучшению качества жизни.

5. Энергоэффективность. Здания такого типа часто демонстрируют высокие показатели энергоэффективности благодаря использованию современных инженерных систем и материалов, что снижает эксплуатационные расходы и минимизирует выбросы углекислого газа.

В данном исследовании предлагаются к рассмотрению российские примеры уникальных зданий, построенные по проектам архитектурного бюро АРЕХ.

АРЕХ – одна из самых крупных московских проектных компаний, основанная в 2014 г. и предоставляющая полный спектр услуг с междисциплинарным взаимодействием в единой BIM-среде. Мой опыт работы в компании во время производственной практики в июле 2024 г. позволил оценить их подход к проектированию. Главные архитекторы компании проводили для нас, стажеров, лекции о значимых проектах, некоторые из которых стали имиджевыми для Москвы. Особый интерес вызвали два проекта: Red7 и «Делюкс-резиденция Саввинская, 27». Оба были разработаны совместно с зарубежными архитектурными бюро и могут быть отнесены к категории уникальных зданий.

**Многофункциональный комплекс Red7.** Проект Red7 был реализован при участии компании АРЕХ в части разработки концепции, сопровождения проекта и подготовки проектной документации, автором выступало европейское архитектурное бюро MVRDV.

MVRDV – международная архитектурная компания, базирующаяся в Роттердаме, Шанхае, Париже, Берлине и Нью-Йорке. Компания имеет глобальный охват, предлагая решения современных архитектурных и городских проблем во всех регионах мира. Методология проектирования, основанная на исследованиях, предполагает активное участие клиентов, заинтересованных сторон и экспертов из самых разных областей на ранних этапах творческого процесса. Это позволяет создавать образцовые и яркие проекты, которые способствуют развитию городов и ландшафтов в направлении лучшего будущего [8].

Продукты уникального подхода MVRDV к проектированию включают здания всех типов и размеров, городские планы, многочисленные публикации, инсталляции и выставки. Фирма имеет репутацию проектировщика инновационных, неожиданных и радостных многофункциональных зданий.

В силуэте здания Red7 явно читается стилистика архитектурного бюро MVRDV. При создании фасадов использован красный цвет и элементы стилистики расположенного рядом здания Наркомзема Алексея Щусева – шедевра конструктивизма (рис. 3). В результате два здания образуют единый архитектурный ансамбль, символизирующий «ворота Москвы».

Здание Red7 (рис. 4) имеет переменную высотность от 53 до 78 м, его общая площадь составляет 46 200 кв. м. В его составе 4 подземных и 19 надземных этажей. Центром общественного пространства дома является атриум высотой 15 м, выполненный в фирменном стиле MVRDV. Комплекс включает 289 апартаментов с дизайнерской отделкой под ключ площадью от 27 до 253 кв. м с учетом террас. Представлены студии, 1–4-комнатные апартаменты,

двухуровневые апартаменты и апартаменты с террасами. Высота потолков варьируется от 3,2 до 6,4 м. Благодаря уникальному расположению объекта, геометрии здания и большим панорамным окнам высотой от 2,1 до 6,4 м, более 60 % квартир Red7 являются видовыми, а с верхних этажей открываются панорамные виды на Москву.



Рис. 3. Здание Наркомзема – шедевр конструктивизма, архитектор А. Щусев. Москва (Россия). Фото Н. Меликова [5]

Fig. 3. The building of the People's Commissariat of Internal Affairs, a masterpiece of constructivism, architect A. Shchusev, Moscow



Рис. 4. Здание Red7, Москва (Россия) [10]  
Fig. 4. Red7 Building in Moscow

Более 20 % апартаментов Red7 имеют балконы или террасы, площадь которых достигает до 150 кв. м. В доме предусмотрен подземный паркинг на 284 парковочных места. С 1-го по 4-й этаж располагаются инфраструктурные объекты общей площадью около 7000 кв. м, включая двухэтажный фитнес-центр площадью 3500 кв. м с бассейном, два ресторана, кафе и др. Часть объектов общедоступна, а часть предназначена исключительно для резидентов. Так, клубным пространством для жителей Red7 станет «Небесная гостиная» с террасой общей площадью 1000 кв. м, включающая спортивную зону, детские игровые комнаты, кинотеатр на 15–20 чел., коворкинг, сигарную комнату, зону кухни и места для отдыха с авторским ландшафтным дизайном на открытой террасе с видом на центр города.

Для дизайна лобби, общественных пространств и подземного паркинга Red7 привлечен голландский дизайнер Сабин Марселлис (Sabine Marcelis). Апартаменты Red7 будут реализовываться с полной дизайнерской чистовой отделкой, выполненной по проектам голландского бюро i29 и международного бюро Олега Клодта.

Архитектурный облик Red7 запроектирован в соответствии с мировыми тенденциями в архитектуре и при этом гармонично встраивается в градостроительную ткань современного центра Москвы (рис. 5).

«Форма здания родилась из абстрактного наложения классических силуэтов московских зданий. Многочисленные линии и сложная геометрия накладываются друг на друга, никогда не идут в параллели. Уникальность архитектуры дома будет сохраняться и в будущем. Плюс на первых этажах новой резиденции созданы все условия для досуга, которыми могут воспользоваться все горожане. С точки зрения городского силуэта два больших здания насыщенного кирпич-

ного цвета создают символические ворота в центр города», – комментирует главный архитектор проекта Якоб ван Рейс, один из основателей архбюро MVRDV.

При проектировании архитекторы также опирались на историю места, которое в начале XX в. активно застраивалось зданиями в стиле конструктивизма – главного стиля того времени. Проект комплекса был разработан с учетом его расположения по отношению к таким важным постройкам, как высотка на Красных Воротах (Алексей Душкин), здание Центросоюза (Ле Корбюзье) и здание Наркомзема (Алексей Щусев). Для гармоничного сочетания были позаимствованы красный цвет и некоторые элементы стилистики последнего.

Объем здания сформирован так, чтобы максимально выделить входные группы, подчеркнуть волнообразный рельеф кровли и фасадов здания. Динамика линий усиливается сочетанием матового и покрытого глазурью клинкерного кирпича, специально разработанного для фасада Red7 в Германии.

Скульптурные вырезы в нижней и верхней частях фасадов выгодно выделяют здание на фоне существующей застройки, добавляя уникальности его архитектуре и расширяя видовые горизонты города, которые открываются из окон, балконов и террас апартаментов. С одной стороны открываются виды на ансамбль Внешторгбанка на проспекте академика Сахарова, с другой – перспектива Садового кольца и центр Москвы [9].

Стоит отметить, что подобные проекты есть и в других странах у архитектурного бюро MVRDV. Например, **The Canyon** (рис. 6) – 23-этажный многофункциональный жилой комплекс на набережной Сан-Франциско. Это первый завершенный проект MVRDV на западном побережье США, который является частью генерального плана по созданию совершенно нового района Мишн-Рок с видом на залив Сан-Франциско. Комплекс включает в себя значительный объем жилья для жителей со средним уровнем дохода, а также офисы, магазины и рестораны. Это проект, в котором прослеживается драматическая геология Калифорнии.

Одним из преимуществ одновременного проектирования генерального плана является общая энергетическая и водная инфраструктура четырех зданий. Например, в здании, спроектированном WORKac, находится завод по переработке воды, который будет перерабатывать «черную» воду всего квартала для повторного использования. В свою очередь, в The Canyon находятся ключевые механические элементы эффективной системы централизованного отопления, спрятанные в части первого и цокольного этажей. Близость к заливу Сан-Франциско дает возможность использовать его воду как для охлаждения, так и для отопления Mission Rock с помощью системы водообмена. Это снижает выбросы CO<sub>2</sub>, потребление воды и энергии.

Для повышения экологичности уровень здания был поднят более чем на пять футов с учетом прогнозируемого повышения уровня моря. Для изготовления фасадных панелей «Каньона» был использован легкий бетон, армированный стекловолокном (GFRC), который выгодно отличается от сборного бетона. Благодаря развитой транспортной инфраструктуре (станции метро Caltrain и Muni, паромы, региональные автобусы и сообщение с BART), район сможет значительно сократить выбросы углекислого газа, став одним из образцовых проектов для региона [8].



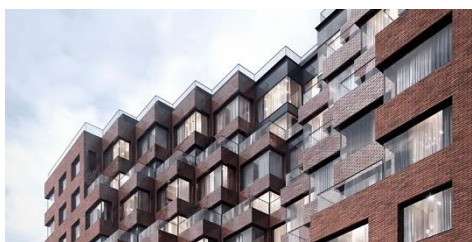


Рис. 5. Здание Red7 в Москве. Террасы [10]  
Fig. 5. Red7 Building in Moscow. Terraces



Рис. 6. The Canyon – многофункциональный жилой комплекс на набережной Сан-Франциско (Америка) [8]  
Fig. 6. The Canyon Building, a mixed-use residential complex on the San Francisco embankment (USA)



Рис. 7. Здание «Башни Гроция» в Нидерландах [8]  
Fig. 7. The “Tower of Grotius” in Netherlands

**Проект «Башни Гроция».** Проект (рис. 7), расположенный в Нидерландах в г. Гаага на ул. Гротюсплаатс, представляет собой две башни высотой 120 и 100 м. Комплекс расположен в двух шагах от Центрального железнодорожного вокзала и рядом с Королевской библиотекой Нидерландов.

Башни с их поразительными коронами из сложенных друг на друга квартир – это доступное арендное жилье в самом центре города, удобно связанное с остановками общественного транспорта. Из 655 квартир комплекса 114 предназначены для социальной аренды, а еще 295 ориентированы на средний сегмент рынка аренды.

Фасады выполнены из натурального камня и устойчивого композитного бамбука, дома без газа и около 1500 мест для парковки велосипедов (в дополнение к 244 местам для автомобилей) – все это делает Башни Гроция экологичными. При проектировании особое внимание было уделено энергоэффективности: применена хорошая изоляция и система рекуперации тепла. Башни также многофункциональны: помимо арендного жилья, на первых этажах размещены рестораны, кафе, объекты сферы услуг и др. Для жителей было разработано специальное приложение, с помощью которого они могут связываться друг с другом для занятий спортом или посещения ресторанов, что способствует социальной сплоченности [8].

Проектная компания MVRDV во всех трех проектах (The Canyon, «Башни Гроция», Red7) использует один и тот же архитектурный прием – это

игра балконами, скульптурными вырезами, некая «пиксельность». В проекте The Canyon создается пространство, напоминающее каньон, где внутреннее дворовое пространство формируется за счет «трещины», проходящей сквозь скалу. В проекте «Башни Гроция» читается силуэт двух самостоятельных башен, но при этом выполненных в одной стилистике. В проекте Red7 силуэт напоминает букву «М».

Главный архитектор проекта АРЕХ Василиса Резяпова, которая занималась сопровождением и разработкой концепции, рассказала о многих уникальных конструктивных особенностях данного здания. Конструктивное решение силуэта – в центре здания в плане по всей высоте установлена металлическая стена из металлокаркаса, на которую крепятся остальные конструкции. Это решение является очень дорогостоящим. Одной из сложных задач стало проектирование водоотведения со всех выступающих фасадных ячеек и террас (рис. 5). Данный проект для нашей страны является имиджевым и очень затратным. Девелопер практически не получил прибыли, т. к. это жилье выше классом (премиальные апартаменты), чем подобные проекты в других странах.

Для возведения МФК Red7 использовались современные строительные технологии. Здание монолитное, с железобетонным каркасом и стенами из газосиликатных блоков. Особое внимание было уделено выполнению оконных проемов – применены низкие подоконники (высотой 50 см от пола) с двухкамерными панорамными окнами. Светопрозрачные конструкции в доме выполнены с применением осветленного стекла с высокой светопропускающей способностью, все комплектующие произведены в Европе (Бельгия, Германия, Люксембург). Применение качественного алюминиевого профиля позволило создать комфорт и тишину внутри дома.

Бесшовные внешние стены также способствуют обеспечению тепло- и шумоизоляции, что создает комфортный микроклимат в доме и является немаловажным фактором при выборе квартиры в мегаполисе.

Отделка фасадов выполнена клинкерным кирпичом двух видов (матовый и глазированный), произведенным на фабрике Derre (Германия) специально для проекта Red7. Сочетание материалов усиливает впечатление от динамики архитектурных форм.

**Соответствие критериям уникального задания:**

– Инновационные технологии и экологическая устойчивость. Red7 – это дом, в котором технологии работают незаметно и эффективно: в квартирах обеспечен чистый воздух, питьевая вода; лифт работает быстро и бесшумно; въезд в паркинг автоматически открывается для машин резидентов, все бытовые вопросы решаются с помощью смартфона. Платформа интеллектуального дома iRED создается девелопером проекта на базе успешно функционирующих европейских инженерных решений последних поколений.

– Энергоэффективность. Здание подготовлено к изменениям и способно эволюционировать. Система интеллектуального дома iRED строится таким образом, что появляющиеся технологии и цифровые решения смогут быть интегрированы в нее в любой момент при помощи регулярных обновлений. Мобильное приложение снимает с жильцов многие из бытовых забот и позволяет экономить время и деньги. Red7 соответствует международным стандартам энергоэффек-



тивности и экологичности. Современные сертификаты на все материалы гарантируют, что Red7 создан для комфортной жизни в здоровой среде.

Технология распознавания лиц и удаленный контроль охранных систем квартиры в Red7 – собственные разработки девелопера проекта. Системы идентификации, охраны и видеонаблюдения работают круглосуточно, обеспечивая безопасность жильцов, особенно детей. Устанавливать и изменять настройки квартиры пользователь может удаленно – через мобильное приложение iRED. Доступ к системам видеонаблюдения внутри и вне квартиры также осуществляется из любой точки мира. Особый акцент в Red7 был сделан на микроклимате внутри дома.

Высокотехнологичные инженерные решения и оборудование позволяют забыть о том, что здание находится в центре современного мегаполиса. Система вентиляции и кондиционирования воздуха программируется удаленно с помощью приложения iRED. Каждый из жильцов может создать индивидуальный микроклимат в квартире и следить за расходами на электричество [9].

– Социальная значимость. Проект играет важную роль для города.

В целом можно отметить, что рассмотренные выше три проекта («Башни Гроция», The Canyon, Red7) действительно похожи, однако Red7 отличается своей сложностью и высокой стоимостью реализации. Это связано с особенностями московского климата, а также с использованием премиальных материалов и технологий (система интеллектуального дома и др.). Здание Red7 можно назвать уникальным, т. к. оно соответствует всем критериям уникального здания, имеет индивидуальный выразительный силуэт, несмотря на использование общих архитектурных приемов проектов «Башни Гроция» и The Canyon.

**Делюкс-резиденция Саввинская, 27.** Еще один проект, который можно отнести к уникальным зданиям, – «Делюкс-резиденция Саввинская, 27» в Москве (рис. 8). Компания APEX занималась сопровождением концепции и разработкой проектной документации. Архитектурная концепция принадлежит бюро ODA (Нью-Йорк).



Рис. 8. 3D-визуализация проекта «Саввинская, 27» в Москве (Россия) [10]

Fig. 8. 3D visualization of 27, Savvinskaya Str. in Moscow

ODA – архитектурное, интерьерное и ландшафтное бюро в Нью-Йорке, основанное в 2007 г. Эраном Ченом (Eran Chen AIA). Используя различные мас-

штабы и типологии, ODA стремится примирить условия вертикальной городской жизни с ее качеством. С момента основания в 2007 г. ODA стала одним из самых узнаваемых бюро своего поколения, быстро завоевав репутацию компании, создающей образные и нестандартные проекты. Стремясь изменить архитектурные приоритеты, поставив на первое место человека, ODA бросает вызов традиционным взглядам на жилище, что со временем влияет на развитие городов [10].

В портфолио фирмы такие знаковые здания, как офисный центр 10 Jay Street в Нью-Йорке (рис. 9), Книжная башня (Book tower) в Детройте, Академия еврейского языка в Иерусалиме (рис. 10), и многие другие.



Рис. 9. Здание офисного центра 10 Jay Street в Нью-Йорке (США) [11]

Fig. 9. The 10 Jay Street office building in New York (USA)



Рис. 10. 3D-визуализация здания Академии еврейского языка в Иерусалиме (Израиль) [11]

Fig. 10. 3D visualization of the Academy of Jewish language building in Jerusalem (Israel)

Силуэт резиденции «Саввинская, 27» в Москве покоряет с первого взгляда: уникальная ритмика балконов и эркеров, контраст медных переливов и стекла. Архитекторам удалось найти тонкий баланс изящества и стиля, создав яркий и лаконичный дизайн резиденции (рис. 11).

Элегантность и харизму резиденции подчеркивает расположенный рядом знаменитый мурал с портретом Германа Гессе (рис. 12). Арт-объект появился на здании бывшего общежития фабрики «Московский шелк» благодаря португальскому художнику Алешандре Фарту. Мурал был создан в 2008 г. в популярной технике барельефной резьбы (рис. 12).

В рамках реализации проекта предусмотрен многоступенчатый подход к переносу и реставрации стены исторического фрагмента фасада для сохранения связи с памятью знакового места [11].

По критериям уникального задания резиденция «Саввинская, 27» соответствует следующим характеристикам:

- инновационные технологии: единый ключ доступа в резиденцию через смартфон;
- экологическая устойчивость;
- энергоэффективность;
- социальная значимость: проект играет важную роль для города.

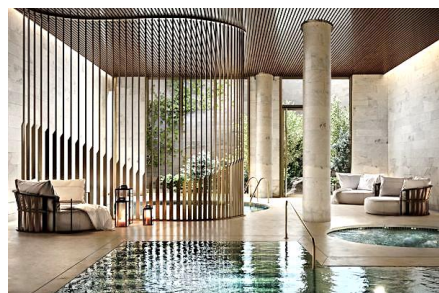


Рис. 11. 3D-картинка проекта «Саввинская, 27». Общий вид и интерьер [9]

Fig. 11. 3D image of 27, Savvinskaya Str. Project. General view and interior

Рис. 12. 3D-картинка проекта «Саввинская, 27» и знаменитый мурал с портретом Германа Гессе в Москве (Россия) [9]

Fig. 12. 3D image of 27, Savvinskaya Str. project and famous mural with the portrait of Hermann Hesse in Moscow

Главный архитектор проекта от АРЕХ Денис Гридасов-Новиков отметил, что одной из самых сложных задач было создание «капсул-балконов», которые являются ключевыми элементами фасадного решения. Основная сложность заключалась в выборе материала. Рассматривались разные варианты и создавались тестовые образцы, которые отливались через опалубку. Один из вариантов оказался очень тяжелой конструкцией и имел много швов. В итоге был выбран фибробетон – разновидность цементного бетона, армированного дисперсными волокнами, которые равномерно распределены по его структуре.

Сейчас проект находится на стадии строительства, ведется фасадное оформление. Здание представляет собой уникальный архитектурный объект, отличающийся оригинальным дизайном, инновационными строительными решениями и неповторимым стилем. Его характерные черты – уникальная ритмика балконов и эркеров, контраст стекла и меди, игра света в окнах в пол – делают его запоминающейся частью городской среды. Уникальность здания подчеркивается его способностью привлекать внимание и вдохновлять как местных жителей, так и туристов, формируя особую атмосферу и идентичность окружающего пространства.

### Заключение

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

Уникальные здания играют важную роль в развитии городской среды, демонстрируя передовые технологии и архитектурные решения. Они способствуют улучшению экологической ситуации, повышению социальной значимо-

сти территории и качества жизни населения. Ожидается, что количество таких проектов будет только расти, способствуя глобальному переходу к устойчивому и инновационному строительству.

Уникальные здания становятся символами прогресса и инноваций, вдохновляя будущие поколения архитекторов и строителей на создание еще более смелых и эффектных проектов.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рубанова М.И. Трехмерное компьютерное моделирование как эффективный инструмент архитектурного проектирования // Инвестиции, градостроительство, технологии как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения : материалы XIV Международной научно-практической конференции, Томск, 12–14 марта 2024. В 2 частях. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. С. 658–662. EDN: CVTZUL
2. Рубанова М.И. Концептуальные основы проектирования досугового студенческого центра ТГАСУ в г. Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25. № 4. С. 84–97. DOI: 10.31675/1607-1859-2023- 25-4-84-97. EDN: BMHMXC
3. Рубанова М.И. Функциональные основы проектирования музейных объектов // Образование. Наука. Производство : сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 г. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. С. 202–206. EDN: ZVRVDW
4. Рубанова М.И. Современные приемы проектирования квартальной жилой застройки // Избранные доклады 70-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых : материалы конференции, Томск, 18 апреля 2024 г. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. С. 557–561. EDN: QYTJLC
5. Уникальные здания в России. URL: <https://mosproektkompleks.ru/articles/nauchno-populyarnyye-i-podborki/unikalnye-zdaniya-v-rossii/> (дата обращения: 01.03.2025).
6. REN Building – общественно-деловой центр. URL: <https://rabid-worg.livejournal.com/32190.html> (дата обращения: 06.01.2025).
7. Финансовый центр Бунд (The Bund Finance Center) от Нормана Фостера и Heatherwick studio. URL: [https://www.architime.ru/specarch/norman\\_foster\\_/finance\\_center.htm#1.jpg](https://www.architime.ru/specarch/norman_foster_/finance_center.htm#1.jpg) (дата обращения: 06.01.2025).
8. Официальный сайт компании MVRDV. URL: <https://www.mvrdv.com/about> (дата обращения: 06.01.2025).
9. Официальный сайт компании APEX URL: <https://apex-project.ru/> (дата обращения: 06.01.2025).
10. Red-7. URL: <https://red-7.ru/technology/> (дата обращения: 02.03.2025).
11. Официальный сайт компании Oda-architecture. URL: <https://oda-architecture.com/> (дата обращения: 06.01.2025).

#### REFERENCES

1. Rubanova M.I. Three-Dimensional Computer Modeling as an Effective Tool for Architectural Design. In: *Proc. 14th Int. Sci. Conf. 'Investments, Construction, Real Estate as a Material Basis for Economy Modernization and Innovation'*. March 12–14, 2024. Tomsk, 2024. Pp. 658–662. EDN: CVTZUL (In Russian)
2. Rubanova M.I. Design Principles of Leisure Student Hub in Tomsk State University of Architecture and Building. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2023; 25 (4): 84–97. DOI: 10.31675/1607-1859-2023- 25-4-84-97 (In Russian)
3. Rubanova M.I. Functional Bases of Museum Object Design. In: *Proc. 15th Int. Sci. Forum 'Education, Science, Production'*. October 23–24, 2023 Belgorod, 2023. Pp. 202–206. EDN: ZVRVDW (In Russian)

4. Rubanova M.I. Modern Design methods of Quarter Residential Development. In: *Selected Papers of the 70th Anniversary University Sci. Conf. of Students and Young Scientists*. April 18, 2024. Tomsk, 2024. Pp. 557–561. EDN: QYTJLC (In Russian)
5. Unique buildings in Russia. Available: <https://mosproektkompleks.ru/articles/nauchno-populyarnyye-i-podborki/unikalnye-zdaniya-v-rossii/> (accessed March 1, 2025). (In Russian)
6. REN building – public and business center. Available: <https://rabid-worg.livejournal.com/32190.html> (accessed January 6, 2025). (In Russian)
7. The Bund Finance Center (the Bund Finance Center) by Norman Foster and Heatherwick studio. Available: [www.architime.ru/specarch/norman\\_foster\\_/finance\\_center.htm#1.jpg](http://www.architime.ru/specarch/norman_foster_/finance_center.htm#1.jpg) (accessed January 6, 2025). (In Russian)
8. MVRDV. Available: [www.mvrdv.com/about](http://www.mvrdv.com/about) (accessed January 6, 2025). (In Russian)
9. APEX company. Available: <https://apex-project.ru/> (accessed January 6, 2025). (In Russian)
10. Red-7 Available: <https://red-7.ru/technology/> (accessed March 2, 2025). (In Russian)
11. Oda-architecture company. Available: <https://oda-architecture.com/> (accessed January 6, 2025). (In Russian)

#### Сведения об авторе

Рубанова Мария Игоревна, студентка, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, marriaruban@yandex.ru

#### Author Details

Maria I. Rubanova, Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, marriaruban@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 02.03.2025  
Одобрена после рецензирования 15.03.2025  
Принята к публикации 15.03.2025

Submitted for publication 02.03.2025  
Approved after review 15.03.2025  
Accepted for publication 15.03.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 114–126.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 114–126.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

#### НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 347.787

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-114-126

EDN: JSLGBP

### **ЗАРУБЕЖНАЯ ПРАКТИКА АДАПТАЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА (НА ПРИМЕРЕ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ИСПАНИИ)**

**Анастасия Павловна Россошанская, Полина Николаевна Файт,  
Милена Владимировна Золотарёва**

*Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Адаптация и перепрофилирование исторических объектов – это *актуальная* тенденция в современной реставрационной практике. Многие здания утрачивают свою изначальную функциональность вследствие экономических преобразований, изменений в законодательстве и развития технологий. Наиболее часто моральный и технический износ констатируют в исторических жилых, промышленных, стратегических и утилитарных сооружениях. Обычно такие объекты адаптируются под торговые площадки и культурно-просветительские пространства, т. к. часто это помогает сохранить их историческую ценность и интегрировать в современную городскую среду. Анализ зарубежного опыта демонстрирует новые теоретическо-практические подходы к сохранению и перепрофилированию архитектурного наследия.

**Цель** исследования заключается в изучении опыта приспособления исторических зданий в Испании в начале XXI в.

Это направление дает возможность получения новых знаний и методологической базы для решения проблемы нахождения актуальной функции историческим объектам, в том числе в контексте практики нашей страны.

**Ключевые слова:** адаптация зданий, реставрация, Испания, перепрофилирование зданий, функциональное преобразование, приспособление

**Для цитирования:** Россошанская А.П., Файт П.Н., Золотарёва М.В. Зарубежная практика адаптации и перепрофилирования исторических пространств в начале XXI века (на примере историко-культурного наследия Испании) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 114–126. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-114-126. EDN: JSLGBP

ORIGINAL ARTICLE

**FOREIGN EXPERIENCE IN ADAPTATION  
AND REORIENTATION OF HISTORICAL SPACES  
IN THE 21st CENTURY (HISTORICAL AND CULTURAL  
HERITAGE OF SPAIN)**

**Anastasiya P. Rossoshanskaya, Polina N. Fait, Milena V. Zolotareva**  
*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,  
Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** Adaptation and reorientation of historic buildings is a current trend in modern practice. Many buildings lose their original functionality due to economic transformations, changes in legislation and technological developments. Moral and technical deterioration is most often observed in historic residential, industrial, strategic and utilitarian structures. Usually, such objects are adapted to commercial areas and cultural and educational needs, as it often helps to preserve their historical value and integrate them into the modern urban environment. The analysis of foreign experience demonstrates new theoretical and practical approaches to preservation and reorientation of the architectural heritage.

**Purpose:** The study of the experience in adaptation of historic buildings in Spain at the beginning of the 21st century.

**Practical implication:** This direction provides an opportunity to obtain new knowledge and methodological basis for finding an actual function for historical objects, including the experience of our country.

**Keywords:** building adaptation, restoration, Spain, building reorientation, functional transformation

**For citation:** Rossoshanskaya A.P., Fait P.N., Zolotareva M.V. Foreign Experience in Adaptation and Reorientation of Historical Spaces in the 21st Century (Historical and Cultural Heritage of Spain). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27 (3): 114–126. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-114-126. EDN: JSLGBP

**Введение**

Целью настоящей работы стало исследование зарубежной практики адаптации и перепрофилировании исторических пространств в начале XXI в. на примере Испании.

Обращение к зарубежному опыту позволит не только выявить методы сохранения объектов культурного наследия, но и определить функциональную палитру их использования, обеспечивающую жителей необходимыми общественными пространствами [1].

Английский архитектор Кристофер Дей пишет: «Неизбежная эволюция требований к предметной среде осуществляется в городах быстрее, чем где бы то ни было, и места, где мы можем видеть стареющие здания, ремонтные работы и приспособление к новым нуждам, дышат жизнью. Напротив, места, которые остаются неизменными, за исключением реставрационных и инженерных работ, рискуют впасть в омертвелость» [2]. Это высказывание могло бы стать девизом для людей, равнодушных к сохранению историко-культурного наследия, возвращению объектам новой жизни.



Практика приспособления старых зданий в Европе стала популярной в первое десятилетие XXI в., т. к. все больше исторических зданий получали статус охраняемых. В результате многие здания стали восстанавливаться и адаптироваться к современным условиям в связи с тенденциями в обществе, направленными на гармонизацию человека и окружающей среды [3]. Наибольшее количество таких проектов в это время было реализовано в Испании. Именно поэтому анализ опыта этого региона позволяет оценить общую картину подобных преобразований в Европе, более подробно проанализировать объекты, выявить основные тенденции, а также оценить методологические подходы и способы таких преобразований.

Основная цель работы – исследование адаптации зарубежной практики приспособления и перепрофилирования исторических пространств 2010-х гг. на примере Испании.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- анализ опыта перепрофилирования исторических объектов в Испании;
- анализ используемых композиционных приемов при перепрофилировании исторических зданий и сооружений;
- привлечение внимания к малоизученному опыту приспособления зданий в Испании в 2010-х гг.;
- получение нового опыта и знаний для решения проблемы нахождения актуальной функции историческим объектам;
- формирование теоретико-практичной основы для сохранения архитектурного наследия.

### Результаты и их обсуждение

В 2000–2010 гг. в городах Испании активно развивались территории периферийных районов, где сосредоточено множество исторически значимых зданий. Многие из них имеют особые ценностные характеристики, кроме этого, некоторые являются объектами Всемирного наследия и внесены в реестры ЮНЕСКО, BIC (Biende interes cultural) – список движимых и недвижимых юридически признанных объектов, находящихся под защитой испанского исторического наследия, а также Наследия Европейского союза [4].

Однако в данном исследовании основное внимание уделено историческим объектам, не имеющим охранного статуса. Рассмотрим особенности зданий, исторически наделенных соответствующими функциями.

**Жилые здания.** Более всего физическому и моральному износу подвержены объекты жилого назначения. Это вызвано изменениями в обществе, происходящими под воздействием социальных, экономических и политических процессов, вызывающих, в свою очередь, повышение требований к уровню жизни, развитие инфраструктуры, внедрение новых технологий. Введение новых технологических элементов в историческое здание в процессе его ремонта часто способствует его разрушению. Поэтому для сохранения таких объектов требуется применение специальных технологий и оборудования [5].

**Промышленные здания.** Следующим, наиболее часто встречающимся типом зданий, требующим перепрофилирования, являются бывшие промышленные и сельскохозяйственные объекты. Они утратили свою актуальность из-

за несоответствия новым технологическим процессам производства. К таким объектам относятся исторические депо, мясокомбинаты, теплоэлектростанции, заводские цеха и т. п. Эти здания и комплексы создают целые районы или «серые пояса» в структуре исторических городов [6].

**Религиозные здания.** Несмотря на то, что определенное количество приспособленных зданий изначально были культовыми сооружениями, они в большинстве своем утратили свое первоначальное назначение. Исследователь А.Н. Карунди объясняет этот процесс следующим образом: «Это произошло из-за трансформации испанского общества в последние десятилетия, где католическая церковь пользовалась значительной поддержкой государства в эпоху Франко. С тех пор религиозное регулирование ослабло, породив обратную трансформацию» [2].

**Здания стратегического значения.** К стратегическим сооружениям относятся крепости, смотровые башни и другие сооружения, которые достаточно давно утратили свою актуальность в результате резкой смены военных технологий. Такие здания обычно приспособляют под культурные функции, поскольку они в силу своей исторической значимости особенно подходят для организации музейного пространства или культурного центра [7].

Анализируя тенденции перепрофилирования зданий в Испании, можно выделить несколько ключевых функций: жилая, офисная, культурно-просветительская, музейная и т. п. Рассмотрим конкретные примеры перепрофилирования зданий в начале XXI в.

### **Промышленное здание – офисные помещения**

Одним из примеров может служить реконструкция угольного бункера на севере Барселоны (Каталония). Здание хоть и не обладает охранным статусом, но является ценным элементом промышленной истории страны. Угольный бункер располагался на первом этаже жилого дома, в здании также есть подземный этаж, расположенный на 2,5 м ниже уровня земли.

В 2004 г. этот объект был преобразован в офис архитектурного бюро BAAS, которое и занималось его реконструкцией. Основным приемом при перепрофилировании стало создание мезонина из металла и дерева на уровне 1-го этажа, что позволило добавить дополнительное пространство и обеспечить естественное освещение для обеих этажей офиса (рис. 1).

В качестве освещения также оставили угольные воронки, превратив их в зенитные фонари. Таким образом, целью архитекторов стало освещение ранее темного помещения и органичная интеграция новых функциональных зон в существующую конфигурацию промышленного здания (рис. 2).

### **Бывший стратегический объект – культурная функция**

Крепость Назари, расположенная в Уэркале-Овера (Испания), существует с XIII в., являясь важным стратегическим объектом на южном побережье Испании (рис. 3, 4).

Уже во время наполеоновских войн башня утратила свое оборонительное назначение. Здание представляло собой постройку прямоугольной формы со сводчатыми завершениями.

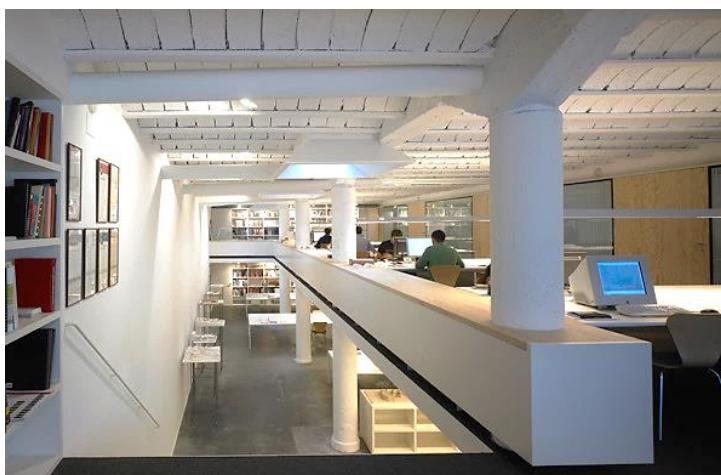
Рис. 1. Офис архитектурного бюро BAAS<sup>1</sup>

Fig. 1. BAAS architectural office

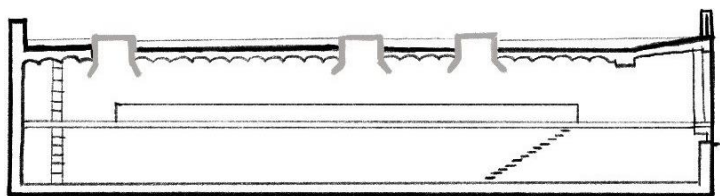


Рис. 2. Разрез угольного бункера в Барселоне после реконструкции

Fig. 2. Cut of a coal bunker in Barcelona after renovation

Рис. 3. Крепость Назари<sup>2</sup>

Fig. 3. Nazari Fortress

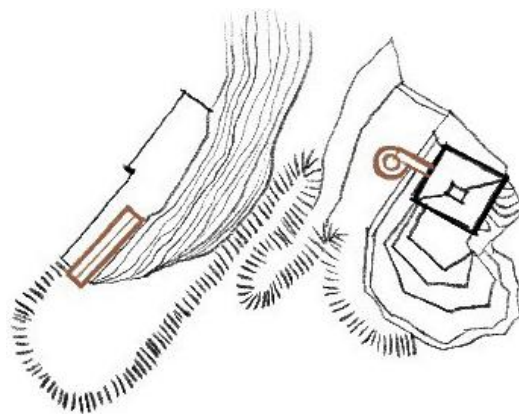


Рис. 4. Генплан местности Назари

Fig. 4. General plan of the Nazari area

<sup>1</sup> URL: <https://www.archdaily.com/28419/workspace-in-a-former-coal-bunker-baas/5010636c28ba0d4222001c4a-workspace-in-a-former-coal-bunker-baas-image>

<sup>2</sup> URL: <https://www.archdaily.com/361885/tower-restoration-in-huercal-overa-castillo-miras-arquitectos/51704b24b3fc4be4d3000055-tower-restoration-in-huercal-overa-castillo-miras-arquitectos-photo>

В 2010 г. было решено интегрировать разрушающийся объект в культурную жизнь общества. Перед архитекторами стояла задача сохранить исторический рельеф и выявить археологическую ценность места. В связи с этим были проведены восстановительные работы конструкций крепости и окружающего ландшафта. Были восстановлены несущие стены крепости, изменено ее внутреннее убранство, произведена расчистка местности. Поскольку вход в башню находится на высоте четырех метров от земли, было принято решение пристроить временную лестницу из листа кортеновской стали. Этот материал был выбран за его визуальную сочетаемость с исторической кладкой и образом здания, а также за акцент на современность добавленного элемента [8]. У подножия крепости также был поставлен временный объем административного здания из аналогичного материала (рис. 5).

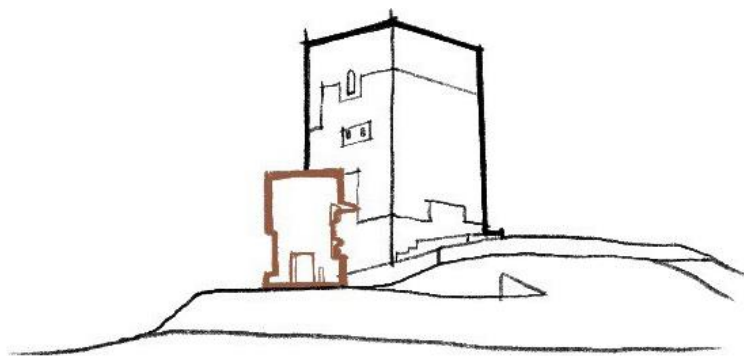


Рис. 5. Пристройка крепости Назари после реконструкции  
Fig. 5. Annex of Nazari fortress after reconstruction

При работе с башней архитекторы стремились выполнить не реконструкцию здания, а консервацию существующего объема [9]. Сегодня крепость служит площадкой для экскурсий и выставок различных видов искусства.

### Бывший объект транспортной инфраструктуры – библиотека

В начале XX в. на севере Испании была построена Урольская железная дорога протяженностью 36 км: от Сумаррага до Сумайя. Железная дорога полноценно функционировала 60 с лишним лет, после чего была закрыта.

В 2006 г. архитектурное бюро Estudio Beldarrain в память об Урольской железной дороге реализовало проект приспособления одной из железнодорожных станций Уролы – Айскойтия под библиотеку. Объект не обладает охранным статусом, но является частью истории первой электрической железной дороги в Испании. Чтобы деликатно сохранить, а также продлить жизнь заброшенному зданию, архитекторы решили дополнить его новым объемом в виде пристройки, увеличивая площадь здания [10]. Это конструкция неправильной формы, выполненная из состаренной древесины, напоминающей железнодорожные шпалы, что создает отсылку к истории данного места. Пристройка расположена на южной боковой стене здания для связи с окружающей средой и су-

ществующим маршрутом. Чтобы обеспечить библиотеке достаточное количество площади для создания новых функциональных зон, архитекторы применили метод «разрушения за счет опустошения» (enlargement by emptying): все внутренние стены были демонтированы [11]. Конструктивная устойчивость здания была обеспечена за счет нагрузки на внешние стены и межэтажные перекрытия. Этот прием получилось осуществить благодаря небольшому пролету здания. В результате появились читальные залы необходимых габаритов с легкими передвижными перегородками, административные помещения с коммуникациями и места для отдыха (рис. 6–8).



Рис. 6. Библиотека Айскойтиа<sup>3</sup>  
Fig. 6. Library of Aisoitia

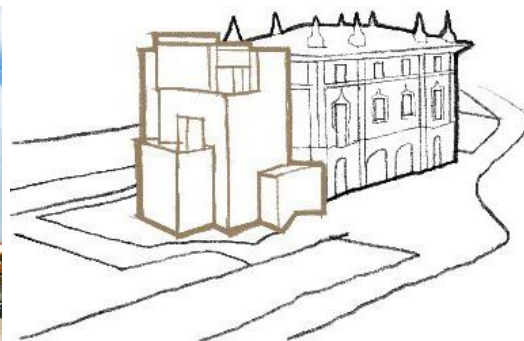


Рис. 7. Концепция реконструкции старой железнодорожной станции  
Fig. 7. Reconstruction of the old railway station

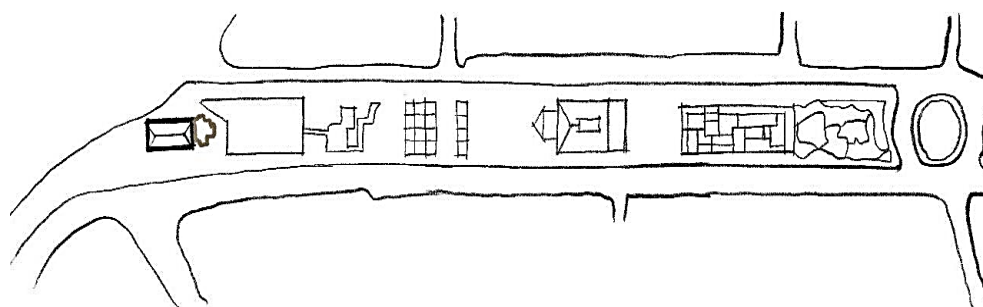


Рис. 8. Генплан участка Урольской железной дороге в г. Айскойтиа  
Fig. 8. General plan of the Urola railway section in Aisoitia

### Арена для боя быков – торгово-развлекательный комплекс

Здание арены для боя быков (Las Arenas) было построено в Барселоне в 1900 г. и выполняло свою функцию до выхода закона о запрете корриды в Каталонии в 1977 г. Арена так и не была признана объектом культурного наследия Испании.

<sup>3</sup> URL: <https://www.archdaily.com/773726/enlargement-of-aizkibel-library-estudio-beldarrain/55f8c4e9e58ece10170002c1-enlargement-of-aizkibel-library-estudio-beldarrain-photo>



Изучив историю, можно заметить, что постепенно арена утрачивала свою актуальность. Посещение корриды стало менее популярным, объект все чаще использовался для проведения других мероприятий, а в 1914 г. была открыта новая арена Toros Monumental большего размера [12].

Последняя тавромахия была проведена 19 июня 1977 г., после чего арена была практически заброшена. В 1989 г. мэрия Барселоны планировала снести арену и поставить на ее месте выставочный павильон.

Только в 1999 г. началась реконструкция арены под руководством архитектора Ричарда Роджерса. Реконструкция здания продолжалась вплоть до марта 2011 г. Компаниями-заказчиками было принято решение перепрофилировать здание в развлекательно-торговый центр, сохранив исторические фасады (рис. 9).



Рис. 9. Торгово-развлекательный комплекс Las Arenas в Барселоне<sup>4</sup>  
Fig. 9. Las Arenas shopping and entertainment complex in Barcelona

Из-за значительных различий между первоначальной и новой функцией здания архитектором было принято решение оставить только внешние стены, внутри которых должна была разместиться новая функция с необходимой инфраструктурой. Важно было не только придумать новую функцию, но и укрепить сохраняемые стены. Для этого Роджерс решил приподнять их над землей на стальные опоры, установленные на бетонной подушке, верхнюю часть сжать металлическими клипсами, а посередине соорудить что-то наподобие очень мощных распоров, на которые будет нанизана вся внутренняя структура, и завершить здание деревянным куполом [13]. Несмотря на кажущуюся перегруженность конструкции, объект целиком воспринимается как невесомая структура. Галереи на первом этаже создают ощущение парящего фасада, а смотровая площадка с 360-градусным обзором на весь город добавляет привлекательности (рис. 10).

<sup>4</sup> URL: <https://abaa-arq.com/en/projects/las-arenas/>

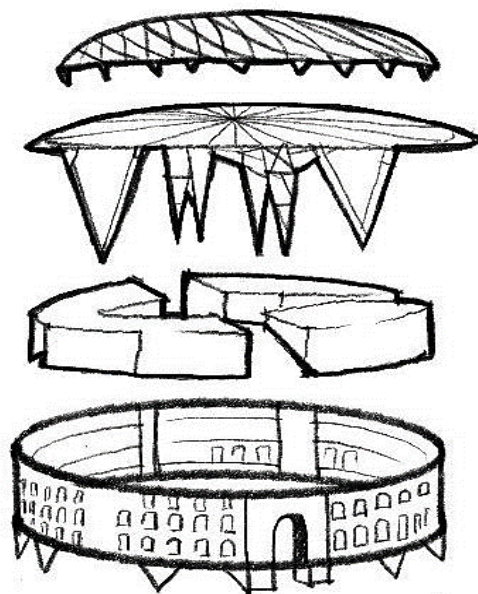


Рис. 10. Проектная взрыв-схема преобразований Las Arenas  
 Fig. 10. Project blast diagram of Las Arenas transformations

Обильное использование стекла как в интерьере, так и в экстерьере также усиливает ощущение легкости в восприятии здания бывшей арены.

### Промышленный объект – учреждение культуры и искусства

В начале XX в. комплекс зданий Matadero Madrid использовался как мадридские скотобойни и рынок крупного рогатого скота. Комплекс был построен в 1908–1928 гг. по проекту архитектора Луиса Бельидо. Начиная с 1918 г. в Испании достаточно часто происходили изменения в законодательстве, связанном с регулированием забоя скота и переработки мяса. После присоединения страны к Европейскому союзу и адаптации национальных законов к новым требованиям деятельность большого количества скотобоен была прекращена, т. к. они не соответствовали новым правилам. В 1997 г. в новом генеральном плане городского планирования Мадрида комплекс был включен в список охраняемых зданий (рис. 11).

В 2007 г. Городским советом Мадрида было принято решение перепрофилировать комплекс зданий в лабораторию кинематографа Matadero Madrid, где сегодня находятся киноархив документов Мадрида, различные залы, классы, офисы, площадка для летнего кинотеатра и другие пространства. Для обеспечения достаточной площади к основному несущему каркасу из кирпичных стен была добавлена горизонтальная конструкция из железобетонных плит, старые несущие стены усилены цементной стяжкой на металлической сетке. Основная концепция заключалась в том, чтобы дополнить старинную часть здания современными элементами, частично уходящими на второй план.



Это было достигнуто за счет использования гладкой темно-серой сосны и больших плетеных элементов, напоминающих корзины, которые искусно подсвечены направленным светом (рис. 12) [14, 15].



Рис. 11. Культурно-развлекательный комплекс Matadero Madrid<sup>5</sup>  
Fig. 11. Matadero Madrid cultural and entertainment complex

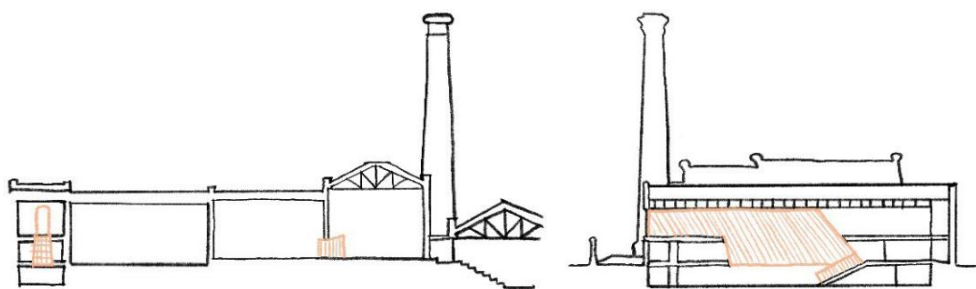


Рис. 12. Схема добавления плетеных элементов в интерьер здания  
Fig. 12. Addition of wicker elements to the building interior

### Выводы

В данном исследовании были проанализированы различные примеры адаптации и перепрофилирования исторических пространств в начале XXI в. Работа была проведена путем анализа пяти различных объектов, находящихся в Испании. Обобщая все вышесказанное, можно отметить, что рассмотренные примеры демонстрируют достаточно смелые решения в области реконструкции зданий, где активно применялись современные материалы и конструкции для приспособления здания под новые функции. Необходимо подчеркнуть, что они демонстрируют разнообразие подходов к переосмыслению исторических

<sup>5</sup> URL: <https://www.mataderomadrid.org/que-es>

зданий, среди которых выделяются как объекты, находящиеся под охраной, так и не обладающие охранным статусом.

Использование более оригинального подхода к реконструкции привело не только к необычным конструктивным решениям, но и помогло актуализировать заброшенные объекты, привлечь инвесторов, сделать их местами притяжения. Следует отметить, что большинство проанализированных объектов не имеют статуса охраняемых памятников, что, возможно, и обусловило более свободный и экспериментальный подход к их реконструкции. Это иногда приводит к утрате подлинной конструктивной основы, несущей историко-архитектурную ценность, и информации о технологиях своего времени, ведущей к потере самоидентичности здания. На примере крепости Назари видно, что объекты под защитой испанского исторического наследия требуют наиболее бережного подхода, ориентированного на максимальное сохранение оригинальных элементов и исторической аутентичности объекта.

В настоящее время в России бережно и с большим вниманием относятся к сохранению памятников культурного наследия. Для реставрации установлены жесткие правила и ограничения, которые помогают сохранить объект в максимально достоверном историческом виде. Такой подход, безусловно, необходим для сохранения уникальных зданий и сооружений, но часто не позволяет сохранить дух места на более шаблонных объектах. В данной статье авторы стремились показать, как более смелый подход может помочь вдохнуть жизнь в забытые ненужные здания. Приведенные примеры совершенно разных подходов к реконструкции демонстрируют, что кардинальные перемены для объекта могут быть достигнуты как радикальными приемами, так и более мягкими, аккуратными решениями.

Приспособление зданий становится все более популярной практикой, позволяющей не только сохранить историческое наследие, но и вдохнуть в него новую жизнь. Данная статья была написана с целью заимствования зарубежного опыта, а также для того, чтобы читатель взглянул под новым углом на взаимодействие с историческими зданиями.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лотман Ю.М. Семиосфера. Культура и взрыв. Внутри мыслящих миров. Санкт-Петербург : Искусство-СПб, 2010. 682 с.
2. Korody A.N. Building Rehabilitation – Tendencies of Functional Transformations in Spain // Periodica Polytechnica Architecture. 2014. 45 (1). P. 29–38. DOI:10.3311/PPar.7457
3. Bloszies C. Old Buildings, New Design. New York : Princeton Architectural Press, 2012. 144 p. ISBN 9781616890353.
4. Portada de la web del Ministerio de Cultura // Ministerio de Cultura. URL: <https://www.cultura.gob.es/cultura/patrimonio/portada.html>
5. Serrano-Jimenez A., Barrios-Padura A., Molina-Huelva M. Towards a feasible strategy in Mediterranean building renovation through a multidisciplinary approach // Sustainable Cities and Society. Publisher : Elsevier, 2017. DOI:10.1016/j.scs.2017.05.002
6. Шевченко А.Е., Ерышева Е.А. Основные приемы адаптации промышленных зданий под общественно-культурную функцию // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития : материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 22–23 апреля 2022 г. Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2022. С. 385–389. EDN: NXVCWI
7. Карпова Е.С. Реконструкция исторических сооружений в современном культурном контексте // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. № 4 (57). С. 191–211. DOI:

- 10.24412/1998-4839-2021-4-191-211. EDN: CNXAMO. URL: [https://marhi.ru/AMIT/2021/4kvart21/PDF/11\\_karpova.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2021/4kvart21/PDF/11_karpova.pdf)
8. *Rehabilitacion de la torre Nazarí de Huerca Overa* // *Metamorphose* 01/11. Treppen : электронный журнал, 2011. URL: <https://castillomiras.es/bibliografia.html>
  9. *Carbonara G.* Architettura d'oggi e restauro. Un confronto antico-nuovo. Roma : Utet Scienze Tecniche, 2011. 192 p. ISBN 9788859806295.
  10. *Ламбрихт В.И.* Концепции сохранения подлинности исторических объектов в архитектурной практике XXI века // *Современная архитектура мира*. 2019. № 2 (13). DOI: 10.25995/NIITI-AG.2020.13.2.032. URL: <http://www.niitiag.ru/file/2182> (дата обращения: 04.06.2025).
  11. *Алексеева Е., Быстрова Т.* Индустриальное наследие. Понятия, ценностный потенциал, организационные и правовые основы. Екатеринбург : TATLIN, 2021. 107 с. ISBN 978-5-00075-293-7.
  12. *Bullen P., Love P.* Factors influencing the adaptive re-use of buildings // *Journal of Engineering, Design and Technology*. 2011. V. 9. № 1. P. 32–46. DOI: 10.1108/1726053111121459
  13. *Лепорк А.* Архитектура соблазна. Рубеж тысячелетий – от утопии к WOW. Москва : Азбука, 2022. С. 24–26. DOI: 10.1108/1726053111121459
  14. *Cineteca y Arhivo de Creadores.* Churtichaga+ Quadra-Salcedo // *Arquitectura Viva*. Numero 140 – *Arquitectura Viva* : электронный журнал. 2011. С. 82–85. URL: <https://arquitecturaviva.com/publications/av/essential-africa>
  15. *Blanco I., Bonet J., Walliser A.* Urban Governance and Regeneration Policies in Historic City Centres: Madrid and Barcelona // *Urban Research & Practice*. 2011. V. 4. № 3. P. 326–343. DOI: 10.1080/17535069.2011.616749

## REFERENCES

1. *Lotman Y.M.* Semiosphere. Culture and Explosion. Inside Thinking Worlds. St.-Petersburg: Iskustvo–SPB, 2010. 682 p. (In Russian)
2. *Korody A.N.* Building Rehabilitation – Tendencies of Functional Transformations in Spain. *Periodica Polytechnica Architecture*. 2014; 45 (1): 29–38. DOI: 10.3311/PPar.7457
3. *Bloszies C.* Old Buildings, New Design. New York: Princeton Architectural Press, 2012. 144 p. ISBN 9781616890353.
4. Portada de la web del Ministerio de Cultura. Ministerio de Cultura. Available: [www.cultura.gob.es/cultura/patrimonio/portada.html](http://www.cultura.gob.es/cultura/patrimonio/portada.html)
5. *Serrano-Jimenez A., Barrios-Padura A., Molina-Huelva M.* Towards a Feasible Strategy in Mediterranean Building Renovation through a Multidisciplinary Approach. *Sustainable Cities and Society*. Elsevier, 2017. DOI: 10.1016/j.scs.2017.05.002
6. *Shevchenko A.E., Erysheva E.A.* Main Methods of Adaptation of Industrial Buildings for Public and Cultural Function. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Architecture and Architectural Environment: Issues of Historical and Modern Development'*. Tyumen, 22–23 April 2022. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2022. Pp. 385–389. EDN: NXVCWI (In Russian)
7. *Karpova E.S.* Reconstruction of Historical Structures in the Modern Cultural Context. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2021. 4 (57): 191–211. DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-191-211. EDN: CNXAMO (In Russian)
8. *Rehabilitacion de la torre Nazarí de Huerca Overa.* *Metamorphose* 01/11. Treppen, 2011. Available: <https://castillomiras.es/bibliografia.html>
9. *Carbonara G.* Architettura d'oggi e restauro. Un confronto antico-nuovo. Roma: Utet Scienze Tecniche, 2011. 192 p. ISBN 9788859806295.
10. *Lambricht V.I.* Concepts of Preserving the Authenticity of Historical Objects in the Architectural Practice of the 21st Century. *Sovremennaya arkhitektura mira*. 2019; 2 (13). DOI: 10.25995/NIITIAG.2020.13.2.032 (In Russian)
11. *Alekseeva E., Bystrova T.* Industrial Heritage. Concepts, Value Potential, Organisational and Legal Foundations. Ekaterinburg: TATLIN, 2021. 107 p. ISBN 978-5-00075-293-7. (In Russian)
12. *Bullen P., Love P.* Factors Influencing the Adaptive Re-Use of Buildings. *Journal of Engineering, Design and Technology*. 2011; 9 (1): 32–46. DOI: 10.1108/1726053111121459
13. *Lepork A.* The Architecture of Seduction. Rubezh Millennium - from Utopia to WOW. Moscow: Azbuka, 2022. Pp. 24–26. DOI: 10.1108/1726053111121459 (In Russian)

14. Cineteca y Arhivo de Creadores. Churtichaga + Quadra-Salcedo. Arquitectura Viva. Numero 140 – Arquitectura Viva. 2011. Pp. 82–85. Available: <https://arquitecturaviva.com/publications/av/essential-africa>
15. Blanco I., Bonet J., Walliser A. Urban Governance and Regeneration Policies in Historic City Centres: Madrid and Barcelona. *Urban Research & Practice*. 2011;4 (3): 326–343. DOI: 10.1080/17535069.2011.616749

#### Сведения об авторах

*Россошанская Анастасия Павловна*, студентка, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, rossonasta@mail.ru

*Файт Полина Николаевна*, студентка, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, faitpolina@gmail.com

*Золотарёва Милена Владимировна*, канд. архитектуры, доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, goldmile@yandex.ru

#### Authors Details

*Anastasiya P. Rossoshanskaya*, Student, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, rossonasta@mail.ru

*Polina N. Fait*, Student, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, faitpolina@gmail.com

*Milena V. Zolotareva*, PhD, A/Professor, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, Saint-Petersburg, Russia, goldmile@yandex.ru

#### Вклад авторов

*Россошанская А.П.* – написание исходного текста, доработка и редактирование статьи, анализ и обобщение результатов исследования, работа с литературой.

*Файт П.Н.* – написание исходного текста, доработка статьи, разработка изображений концепций объектов.

*Золотарёва М.В.* – научное руководство, концепция исследования, научное редактирование текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Authors contributions

*Rossoshanskaya A.P.*, writing – original draft preparation, writing – review and editing, data analysis, literature review.

*Fait P.N.*, writing – original draft preparation, figure preparation.

*Zolotareva M.V.*, supervision, conceptualization, writing – review and editing.

The authors declare no conflicts of interests.

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 127–135.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 127–135.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 727.15

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-127-135

EDN: LOJGVU

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРРЕКЦИОННО-РАЗВИВАЮЩИХ УЧРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕЙ С МЕНТАЛЬНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

**Андрей Михайлович Водяной, Екатерина Олеговна Шорбан**

*Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

**Аннотация.** Рассмотрена необходимость разработки новых типов коррекционно-развивающих учреждений для детей с ментальными особенностями на основе анализа проблем их абилитации и социализации, что определяет *актуальность* настоящего исследования.

**Цель работы** заключалась в анализе истории развития инклюзивного образования и отношения к детям с ментальными особенностями в разные исторические периоды, выявлении проблем современных коррекционных учреждений и обосновании принципов проектирования специальной среды.

**Результаты.** В статье раскрыта важность создания условий, соответствующих реальным потребностям детей с ментальными особенностями и описаны задачи архитектора при проектировании специальной среды. Определена зависимость функциональной структуры учреждения от потребностей различных групп обучающихся. Для этого были выявлены два фактора, разделяющие воспитанников на группы по возрасту и по степени нарушения интеллекта. Это разделение определяет разные подходы к типологической структуре коррекционно-развивающих учреждений. На основе этого утверждения была представлена функционально-технологическая программа состава обязательных блоков и функций.

**Ключевые слова:** дети с ментальными особенностями, адаптация, инклюзивное образование, воспитание, социализация, доступная среда

**Для цитирования:** Водяной А.М., Шорбан Е.О. Особенности формирования коррекционно-развивающих учреждений для детей с ментальными особенностями // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 127–135. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-127-135. EDN: LOJGVU

## ORIGINAL ARTICLE

# FORMATION OF SPECIAL INSTITUTIONS FOR CHILDREN WITH SPECIAL DEVELOPMENT

**Andrei M. Vodyanoi, Ekaterina O. Shorban**

*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

**Abstract.** The paper considers new types of special institutions for children with special development based on the analysis of their habilitation and socialization.

*Purpose:* The aim of the work is to analyse the development of inclusive education and attitudes towards children with special development in different historical periods, identify the problems of modern correctional institutions and substantiate the design principles of specific environment.

*Research findings:* The paper shows the importance of creating conditions corresponding to the real needs of children with special development and describes the tasks of the special environment design. The dependence of the functional structure of the institution on the needs of different groups of students is determined. For this purpose, two factors are identified, dividing them into groups by age and degree of mental deterioration. This division determines different approaches to the typological structure of special institutions. The functional-technological program consisting of compulsory blocks and functions is presented. Based on this statement.

**Keywords:** disabled children, mental characteristics, adaptation, education, upbringing, socialization

**For citation:** Vodyanoi A.M., Shorban E.O. Formation of Special Institutions for Children with Special Development. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 127–135. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-127-135. EDN: LOJGVU

Одной из важных гуманитарных задач современного общества является адаптация архитектурной среды под потребности наименее защищенных слоев населения и создание полноценных условий их жизнедеятельности. Высоко актуальна проблема адаптации детей с ментальными особенностями, нуждающихся в социальной помощи и заботе государства. Статистика фиксирует стремительный рост количества детей с ограниченными возможностями развития. К сожалению, выросшие в условиях существующих государственных учреждений, такие дети часто не способны найти достойного места в обществе [1].

Для приобщения детей-инвалидов к самостоятельной жизни, общественным нормам и ценностям необходимо создать подходящую среду, которая будет соответствовать современным социально-психологическим и функциональным нормам. Учреждения для таких детей должны иметь соответствующие этим нормам функции содержания, воспитания, обучения, профессиональной подготовки, культурно-досуговой деятельности, социализации и опеки [2].

В настоящее время инклюзивный подход является ключевым направлением образовательной политики и медицинского обслуживания. Однако специализированных учреждений, соответствующих реальным потребностям детей-инвалидов, не хватает.

Историю развития инклюзивного образования и отношения общества к инвалидам можно разделить на несколько периодов. В трудах российского ученого, психолога и педагога Н.Н. Малофеева представлены следующие шесть этапов становления инклюзивного образования:

1. Зарождение и становление общественного образования в Древнем мире (до VI в.). Признание инвалидов и возможность проживания и обучения основным навыкам в храмах.

2. Гуманизация нравов в обществе в эпоху Средневековья (VI–X вв.). Образование специальных приютов при монастырях для инвалидов. Появление возможности обучения письму и счету.

3. Зарождение новых культурных традиций в эпоху Возрождения (XI–XVII вв.). Становление специального образования для людей с отклонениями в развитии.



4. Скачок в развитии специального образования в период бурного роста науки (XVIII–XIX вв.). Постепенное внедрение специальных программ обучения, а также создание специальных школ для подготовки к трудовой деятельности.

5. Развитие интегрированного образования и переход к инклюзивному (XX в.).

6. Реорганизация системы обучения и развитие инклюзивного образования (XXI в.) [3, 4].

В настоящее время для детей со специфическими потребностями существуют разные варианты получения образования. Дети с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) могут обучаться как в специализированных, так и в общеобразовательных школах. Функциональная структура специализированных учреждений включает в себя медицинский, учебно-профессиональный, спортивный, культурно-досуговый и жилой блоки.

Современные коррекционные учреждения часто сформированы на базе приспособленных зданий и старых школ, функционально-планировочная структура которых не соответствует психическому и духовному состоянию обучающихся. В этих учреждениях дети с нарушением развития сталкиваются с различными проблемами, и чаще всего с трудностями передвижения и восприятия окружающей среды, сложностями в социально-психологической адаптации и неприспособленностью помещений к их особым потребностям.

Существующие методики обучения и воспитания детей с ментальными нарушениями требуют специального обустройства среды их пребывания. Все виды ментальной и физической деятельности детей с нарушением развития так или иначе связаны с окружающим их пространством, которое должно благоприятно влиять на психологическое и эмоциональное состояние ребенка и способствовать его развитию [5].

Основоположник антропософии немецкий философ и педагог Р. Штайнер справедливо считал, что архитектурные формы, интерьер, пространственная последовательность функций, акустика, свет и другие факторы пространства способны благоприятно воздействовать на психологическое и эмоциональное состояние человека. Р. Штайнер подчеркивал, что основной целью антропософской архитектуры является создание активизирующей жизненной среды, где атмосфера объекта зависит от рода деятельности и потребностей человека [6].

Чтобы определить род деятельности детей и их потребности, необходимо понять, на какие группы по интересам и возможностям их можно разделить и выявить для каждой оптимальное функциональное решение.

Проанализировав состав воспитанников коррекционных учреждений, можно выделить два дифференцирующих фактора: по возрасту и степени нарушения интеллекта.

В Международной классификации болезней 10-го пересмотра (1994 г.) умственная отсталость подразделена на четыре степени по тяжести: легкая, умеренная, тяжелая и глубокая.

Дети с легкой и умеренной степенью умственной отсталости, в отличие от детей с тяжелой и глубокой, способны обучаться в специализированных школах, осваивать школьную программу и овладевать несложными профессиональными навыками. Чаще всего такие дети испытывают затруднения в обла-

сти абстрактного мышления, при этом речь и познавательные способности могут быть достаточно развиты [7].

Для исследования потребностей изучаемого контингента по возрасту выбрана периодизация психического развития советского психолога и педагога Д.Б. Эльконина, который предложил дифференцирующий подход для детей, способных к обучению, развитию и трудовой деятельности, выделив четыре основные возрастные группы [8]:

*1. Период дошкольного детства (3–7 лет).*

Основным видом обучения ребенка дошкольного возраста является игра. В процессе игры и коммуникации с другими участниками ребенок изучает свойства, цвет, форму, приобретает навыки коммуникации. Благодаря этому у ребенка развивается речь, целостное восприятие и зрительная ориентировка. На этом этапе необходимо выработать у ребенка навыки самообслуживания.

*2. Младший школьный возраст (7–11 лет).*

Период характеризуется развитием учебной и познавательной деятельности ребенка. Развивается мышление, внимательность и память, появляется потребность в саморазвитии. С поступлением в школу ребенок перестраивается на новую трудовую систему отношений [9].

*3. Младший подростковый возраст (12–15 лет).*

В этом периоде развивается потребность в самосознании. Активно формируется характер и волевые качества. Осваиваются новые формы поведения и формируются собственные взгляды, усваиваются моральные нормы. На фоне активного развития познавательной сферы повышается интерес к учебе, однако бывают случаи доминирования социальности над обучением.

*4. Старший подростковый возраст (16–18 лет.)*

Активно развивается познавательная деятельность. Это связано с формированием идентичности в сфере профессиональной ориентации. На этом этапе подростки способны к самообучению. Познавательная деятельность становится специфичнее, нарабатывается работоспособность.

Рассматривая перечисленные группы, можно выделить основные характеристики поведения контингента в зависимости от степени умственной отсталости. Также можно заметить, что каждый возраст характеризуется своей социальной ситуацией развития и разностью потребностей. Для успешного обучения, социализации и адаптации детей с умственной отсталостью необходимо подобрать определенный набор функций, соответствующих сформировавшимся потребностям [10].

Современные требования предлагают определенную функциональную структуру специальных учреждений для детей-инвалидов. Основными документами в области проектирования таких учреждений являются «СП 150.13330.2012 Дома-интернаты для детей-инвалидов. Правила проектирования» и «Руководство по проектированию специальных (коррекционных) образовательных учреждений для обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями здоровья». Исходя из рекомендаций в специализированных учреждениях должны быть предусмотрены следующие функциональные зоны: зона учебной и профессиональной подготовки, жилая, медицинская, спортивная и культурно-массовая.

Однако существующие нормативы предлагают планировочные решения с минимальным функциональным составом помещений. Вместе с тем исследова-

ния смежных наук показывают, что такие решения не всегда соответствуют реальным потребностям детей-инвалидов и нуждаются в дополнении. На основании анализа результатов социальных, медицинских, психологических и педагогических исследований предлагается корректировка функционально-планировочной структуры специальных учреждений для детей-инвалидов, которая, как предполагают авторы, будет способствовать социальной адаптации, реабилитации и формированию психологического комфорта, предписываемых нормативами.

Так, для организации зоны учебной и профессиональной подготовки, согласно «СП 150.13330.2012 Дома-интернаты для детей-инвалидов. Правила проектирования», предлагается создание классов, мастерских и специальных помещений для групповых занятий. Однако в статье «К истории вопроса трудового обучения и воспитания учащихся с нарушением интеллекта» А.В. Иванова рассматриваются вопросы привития воспитанникам трудовых умений и навыков, развития у них творческого практического мышления, трудового сознания и активности [11].

Автор подчеркивает важность создания условий для развития каждого ребенка путем вовлечения в различные виды труда. Для этого необходимо предусмотреть создание более широкого перечня пространств и помещений, чем это предусмотрено нормами: трудовых кружков, декоративно-прикладных мастерских, огородов и зимних садов, а также помещений для творческих занятий: театральных, хореографических, вокальных, изостудий, площадок для приобщения детей к декоративно-прикладной деятельности.

При организации жилых помещений, согласно нормативным документам, необходимо разделять детей по возрастным группам. Каждая группа располагается в отдельных жилых ячейках, которые, в свою очередь, разделяются на спальные комнаты для мальчиков и девочек. Следует также предусмотреть общие помещения, такие как кабинет медицинской сестры, комната встречи с родителями, прачечные.

Поскольку дети проводят большую часть времени в жилой зоне, существует необходимость в создании рекреационных пространств и игровых зон общего пользования. В работе «Роль игротехнологий в процессе социализации детей-инвалидов» О.О. Афанасьевой, А.В. Вовк, М.А. Семенихина рассматривается значимость процесса игры в социально-педагогической реабилитации инвалидов. По мнению авторов, игровая форма реабилитации больных детей признается одной из самых успешных, поскольку в процессе игры ребенок получает положительные эмоции, при этом формируются некоторые нравственные устои. Авторы подчеркивают, что игра остается наиболее освоенным и органичным видом деятельности и общения детей. В условных обстоятельствах игра моделирует действительность, дает возможность ребенку переживать ощущение удачи, успеха, помогает раскрыть свои физические, умственные способности, а также способствует проявлению личности ребенка [12].

Для организации игровой деятельности детей с ментальными особенностями необходимо предусмотреть трансформируемые многофункциональные игровые зоны, которые могут изменяться в зависимости от ситуации и смены интересов и возможностей детей. Такая зона может использоваться как для подвижных игр: игры-турниры, конкурсы, игры-танцы, познавательные игры, так

и для спокойных игр: игры-театрализации, театр кукол, сюжетно-ролевые игры. В такой зоне также могут проходить тематические встречи и небольшие мероприятия.

При проектировании специальных коррекционно-развивающих учреждений необходимо учитывать, что каждая возрастная группа периодически нуждается в медицинской помощи и физическом воспитании. Для этого, согласно «СП 150.13330.2012 Дома-интернаты для детей-инвалидов. Правила проектирования», рекомендуется предусмотреть медпункты, кабинеты для врачебных осмотров, лаборатории для анализов, приемно-карантинное отделение. Также необходимы индивидуальные и групповые кабинеты для работы с детьми психологов, логопедов, помещения для занятий ЛФК, бассейн и спортивный зал. Однако в процессе взросления детей с ментальными особенностями может наблюдаться ухудшение физического здоровья.

Так, в работе [13] освещаются некоторые аспекты негативных изменений состояния здоровья детей. Согласно данным, за период обучения состояние здоровья детей и подростков значительно ухудшается в связи с отсутствием занятий спортом и проведения времени в спортивных залах и на спортивных площадках.

Это выявляет потребность в узконаправленных специалистах и определяет необходимость включения в учреждение специальных медицинских и оздоровительных помещений, которые могут также входить в состав спортивного блока. Учитывая необходимые меры по оказанию помощи детям, в медицинском блоке необходимо предусмотреть следующие помещения: кабинет психолога, логопеда, дефектолога, психиатра, классы для групповой коррекции, кабинеты различных оздоровительных процедур и других узконаправленных специалистов.

Особое внимание при проектировании специализированных учреждений для детей с ментальными особенностями следует уделять группе спортивных помещений. В нормативных документах в спортивном блоке предлагается размещение общего спортивного зала, бассейна и гимнастических залов. Однако необходимо учитывать, что у каждой возрастной группы существуют разные потребности в занятии физической культурой.

Активное знакомство со спортом начинается еще в младшем школьном возрасте. Для обучения детей этого возраста характерны групповые занятия с игровым уклоном. Исходя из этой потребности появляется необходимость в универсальном спортивном зале и различных спортивно-игровых помещениях для разных возрастных групп. Например, для детей младшего школьного возраста в спортивной зоне возможна организация батутного зала, игрового лабиринта и других игровых помещений. Для младшего и старшего подросткового возраста характерно увлечение различными видами спорта, а также самостоятельным физическим развитием. Для этого необходимо предусмотреть специальные спортивные и тренажерные залы, а также оборудованные площадки на открытом воздухе.

В зависимости от разницы в потребностях, формируются открытые пространства на территории. В комплексе следует предусматривать зоны для отдыха, а также площадки для игр и спорта для каждой возрастной категории. Особое внимание нужно уделять рекреационным пространствам. Создание озелененных зон оказывает положительное влияние на состояние здоровья детей,

психофизический комфорт, а также на приобретение учащимися определенного объема специальных знаний, умений и навыков.

Поскольку существующая система образования и попечения детей с ментальными особенностями изолирует их и отделяет от реальной жизни, существует необходимость в доступности пространств для детей, проживающих в ближайших районах. Так, возможна организация сложных коммуникативных пространств (игровых комплексов, амфитеатра, скалодрома, открытого выставочного пространства), а также садов, теплиц, зимних садов и других пространств общего пользования. Такое решение может способствовать успешной социализации детей с ментальными особенностями.

### Заключение

При проектировании специальных коррекционных учреждений необходимо учитывать следующие факторы: влияние пространственной среды на состояние ребенка, учет его потребностей в зависимости от степени нарушения и возрастной группы на функциональный состав учреждения.

Существующие требования к специальным учреждениям предлагают определенный функциональный состав помещений. Однако, согласно исследованиям в области психологии, медицины, педагогики и других смежных областей, предлагаемые функциональные зоны не в полной мере соответствуют актуальным исследованиям организации комфортной детской среды. Поэтому на основе анализа комплекса факторов, определяющих потребности групп, были выявлены недостающие функции и разработаны рекомендации по корректировке функционального состава помещений специальных учреждений для детей-инвалидов. Воплощение этих рекомендаций в проектной практике позволит создать среду, благоприятно влияющую на духовное и психическое состояние ребенка и, как следствие, будет положительно сказываться на процессе образования и социализации детей с ментальными особенностями.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Карелина И.Б., Туркина М.В. Психолого-педагогическая абилитация и реабилитация детей-инвалидов // *Universum: медицина и фармакология*. 2016. № 11 (33). С. 28–34. EDN: WXTEBP
2. Соломатина С.Г., Жуковская И.А., Плахов Н.Н. Школа-интернат как институт социализации воспитанников // *Вопросы журналистики, педагогики, языкознания*. 2014. С. 168–169.
3. Малофеев Н.Н. Западная Европа: эволюция отношения общества и государства к лицам с отклонениями в развитии. Москва : Экзамен, 2003. 256 с. URL: <https://pedlib.ru/> (дата обращения: 20.10.2023).
4. Малофеев И.И. Современный этап в развитии системы специального образования в России: результаты исследования как основа для построения программы развития // *Альманах Института коррекционной педагогики РАО*. 2000. Вып. 1. URL: <https://alldef.ru/> (дата обращения: 22.12.2021).
5. Ключко А.Р., Топалева П.А. Современные тенденции в архитектурном проектировании инклюзивных школ // *Строительство: наука и образование*. 2021. Т. 11. Вып. 3. С. 24–30. EDN: KGCEWM. URL: <http://nso-journal.ru> DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.2
6. Антонова А.Ю. Архитектура антропософии при проектировании объектов инклюзивного образования // *НОЭМА*. 2019 № 3-S (3). С. 104–111. EDN: ATESAM
7. *Умственная отсталость* // *Общая психопатология. Обучение*. РОП. URL: <https://psychiatr.ru/education/slide/367> (дата обращения: 10.02.2024).

8. Давыдов В.В. Научные достижения Д.Б. Эльконина в области детской и педагогической психологии // Избранные психологические труды: [детская и педагогическая психология] / Д.Б. Эльконин. Москва : Педагогика, 1989. С. 5–25.
9. Суворова О.В., Жуковская И.А. Развитие детской субъектности при переходе от дошкольного к младшему школьному возрасту // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 2 (2). С. 370–373. EDN: SGRUHV
10. Барсукова А.Е. Возрастная периодизация психического развития по Даниилу Борисовичу Эльконину // Современные научные исследования и инновации. 2020. № 6. EDN: BAYWAO. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2020/06/92580> (дата обращения: 12.02.2024).
11. Иванов А.В. К истории вопроса трудового обучения и воспитания учащихся с нарушением интеллекта // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2011. № 8. С. 67–70. EDN: PVQSPY. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-istorii-voprosa-trudovogo-obucheniya-i-vospitaniya-uchaschihsya-s-narusheniem-intellekta>
12. Афанасьева О.О., Вовк А.В., Семенихина М.А. Роль игротехнологий в процессе социализации детей-инвалидов // Наука. Образование. Современность. 2019. № 3–4. С. 49–56. EDN: HRIZTQ
13. Макарова Л.П., Буйнов Л.Г., Плахов Н.Н. Гигиенические основы формирования культуры здорового образа жизни школьников // Гигиена и санитария. 2017. № 5. С. 463–466. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-5-463-466. EDN: YSQDHL

## REFERENCES

1. Karelina I.B. Psychological and Pedagogical Habilitation and Rehabilitation. *Universum: meditsina i farmakologiya*. 2016; 11 (33): 28–34. EDN: WXTEBP (In Russian)
2. Solomatina S.G., Zhukovskaya I.A., Plakhov N.N. Boarding School as an Institute for Pupils Socialization. *Voprosy zhurnalistiki, pedagogiki, yazykoznaniya*. 2014; 168–169. (In Russian)
3. Malofeev N.N. Western Europe: Evolving Attitudes of Society Towards Persons with Developmental Disabilities. Moscow: Ekzamen, 2003. 256 p. Available: <https://pedlib.ru/> (accessed October 20, 2023). (In Russian)
4. Malofeev I.I. Modern Stage in Development of Special Education System in Russia: Results Research as a Basis for Development Program. *Al'manakh Instituta korrektsionnoi pedagogiki RAO*. 2000; (1). Available: <https://alldef.ru/> (accessed December 22, 2021). (In Russian)
5. Klochko A.R., Topaeva P.A. Modern Trends in Architectural Design of Inclusive Schools. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie*. 2021; 11 (3): 24–30. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.2. Available: <http://nso-journal.ru> (In Russian)
6. Antonova A.Yu. Architecture of Anthroposophy in Design of Inclusive Education Systems. *NOEMA*. 2019; 3-S (3): 104–111. (In Russian)
7. Mental retardation. Available: <https://psychiatr.ru/education/slide/367> (accessed February 10, 2024). (In Russian)
8. Davydov V.V. Scientific Achievements of D.B. Elkonin in the Field of Child and Pedagogical Psychology. In: D.B. Elkonin, Selected Papers on Psychology. Moscow: Pedagogika, 1989. Pp. 5–25. (In Russian)
9. Suvorova O.V., Zhukovskaya I.A. Development of Child Subjectivity in Transition from Pre-school to Primary School Age. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2014; 370–373. (In Russian)
10. Barsukova A.E. Age-Related Periodization of Mental Development According to Daniil Borisovich Elkonin. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*. 2020; (6). Available: <https://web.snauka.ru/issues/2020/06/92580> (accessed February 12, 2024). (In Russian)
11. Ivanov A.V. On the History of Labor Training and Educational Work of Students with Intellectual Disabilities. *Intellectual Potential of the 21st Century: Stages of Cognition*. 2011; (8): 67–70. EDN: PVQSPY. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-istorii-voprosa-trudovogo-obucheniya-i-vospitaniya-uchaschihsya-s-narusheniem-intellekta> (accessed November 24, 2024). (In Russian)
12. Afanasyeva O.O., Vovk A.V., Semikhina M.A. The Role of Game Technologies in Socialization of Disabled Children. *Nauka. Obrazovanie. Sovremennost'*. 2019; (3–4): 49–56. EDN: HRIZTQ (In Russian)

13. *Makarova L.P., Buinov L.G., Plakhov N.N.* Hygienic Foundations of Healthy Lifestyle Culture for Schoolchildren. *Gigiena i sanitariya*. 2017; (5): 463–466. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-5-463-466. EDN: YSQDHL (In Russian)

#### **Сведения об авторах**

*Водяной Андрей Михайлович*, канд. архитектуры, профессор, Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета, 344082, г. Ростов-на-Дону, пр. Будёновский, 39, awater@mail.ru

*Шорбан Екатерина Олеговна*, магистрант, Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета, 344082, г. Ростов-на-Дону, пр. Будёновский, 39, shorbane@mail.ru

#### **Authors Details**

*Andrei M. Vodyanoi*, PhD, Professor, Southern Federal University, 39, Budennovskii Ave., 344082, Rostov-on-Don, Russia, awater@mail.ru

*Ekaterina O. Shorban*, Graduate Student, Southern Federal University, 39, Budennovskii Ave., 344082, Rostov-on-Don, Russia, shorbane@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 22.01.2025  
Одобрена после рецензирования 15.03.2025  
Принята к публикации 19.03.2025

Submitted for publication 22.01.2025  
Approved after review 15.03.2025  
Accepted for publication 19.03.2025



Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 136–151.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 136–151.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 725.1:78/79 + 712.2

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-136-151

EDN: NVVDIH

# ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕКРЕАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИИ

**Ксения Алексеевна Малиновская, Евгений Владимирович Хиценко**  
*Новосибирский государственный университет архитектуры,  
дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, г. Новосибирск, Россия*

**Аннотация.** В исследовании проведен анализ зарубежного и отечественного опыта проектирования рекреационных объектов на техногенных ландшафтах. Выявлены положительные практики и существующие проблемы при создании рекреационных пространств на нарушенных территориях.

**Актуальность** исследования обусловлена потребностью в эффективном использовании техногенно измененных земель для развития городской инфраструктуры. Полученные результаты могут быть использованы для практической реализации и формирования предложений по созданию в России качественных рекреационных объектов на нарушенных землях.

**Цель** работы – выявление особенностей подходов к рекреационной рекультивации и основных принципов архитектурно-ландшафтного преобразования нарушенных территорий как в отечественной, так мировой практике на примере конкретных проектов.

**Методика** исследования основана на сравнительном анализе подходов к проектированию отечественных и зарубежных рекреационных объектов на нарушенных землях.

**Результаты** работы заключаются в выявлении ключевых принципов эффективного архитектурно-ландшафтного преобразования нарушенных территорий, способствующих созданию устойчивых рекреационных пространств.

**Ключевые слова:** рекреационная рекультивация, рекреационный объект, рекреационные пространства, нарушенные территории, благоустройство, архитектура

**Для цитирования:** Малиновская К.А., Хиценко Е.В. Особенности подходов к проектированию рекреационных объектов на техногенных ландшафтах за рубежом и в России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 136–151. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-136-151. EDN: NVVDIH

ORIGINAL ARTICLE

## DESIGN APPROACHES TO RECREATION FACILITIES ON ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN RUSSIA AND ABROAD

Kseniya A. Malinovskaya, Evgenii V. Khitsenko

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Art,  
Novosibirsk, Russia

**Abstract.** The article provides the analysis of the Russian and foreign experience in design of recreational spaces on man-made landscapes and identifies positive aspects and problems of creating facilities in these territories.

**Purpose:** Identification of approaches to recreational reclamation and basic principles of architectural and landscape transformation of territories in Russia and abroad using the examples presented in the work.

**Methodology:** A comparative analysis of approaches to the design of Russian and foreign recreation spaces.

**Research findings:** The main principles are determined for qualitative architectural and landscape transformation of territories.

**Value:** The results obtained for the practical implementation of these principles and proposals for the creation of high-quality recreational facilities in Russia on disturbed lands.

**Keywords:** recreational reclamation, recreational facility, recreational spaces, disturbed territories, landscaping, architecture

**For citation:** Malinovskaya K.A., Khitsenko E.V. Design Approaches to Recreation Facilities on Anthropogenic Landscapes in Russia and Abroad. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 136–151. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-136-151. EDN: NVVDIH

### Введение

В условиях активного развития промышленности все большее количество территорий становятся непригодными для хозяйственной деятельности. Одна из существенных экологических проблем России – это большое количество карьеров, отвалов, заброшенных шахт и других объектов, которые израсходовали свои ресурсы. Благодаря уникальным ландшафтным особенностям эти территории при проведении специальных восстановительных работ могут позволить реализовать оригинальные архитектурно-средовые идеи создания рекреационных пространств.

Вопросы создания рекреационных объектов на рекультивируемых территориях уже становились предметом научного анализа. Ряд исследований был посвящен экономическим и технологическим аспектам рекультивации для развития туристического бизнеса [1, 2, 3, 17, 18]. В других трудах предлагались методика и принципы адаптации конкретных рекреационных территорий [4, 5]. Современные тенденции архитектурной организации туристических комплексов также являются популярной темой исследования [6, 7]. Однако систематизированному анализу конкретных проектных разработок до настоящего времени не уделялось достаточно внимания. Это делает настоящее исследование весьма актуальным.

### Проектирование рекреационных объектов на техногенных ландшафтах

Наиболее эффективным способом восстановления нарушенных экосистем является рекультивация нарушенных земель. Рекультивация представляет собой комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель. При строительстве зданий, добыче ископаемых, геологоразведке и других работах нарушается природная структура почвы и ухудшается состояние водоемов. Для предотвращения образования искусственного рельефа и восстановления первоначального состояния нарушенных земель проводятся работы по рекультивации, соответствующие требованиям законодательства страны [8].

Выбор наиболее эффективного направления рекультивации, способствующего созданию устойчивых природно-техногенных комплексов, основан на анализе большого количества разнородной и многоуровневой информации. На данный момент важна разработка такого рода направлений, по которым рекультивация земель будет приносить прибыль в короткий срок. В качестве приоритетного направления рекультивации стоит рассмотреть рекреационное направление, т. к. оно направлено на развитие культурного потенциала страны, а также на решение ее экологических и эстетических проблем. Восстановление нарушенных ландшафтов через рекреационную рекультивацию представляет собой наиболее привлекательный подход с точки зрения экономики. Разработка рекреационной зоны требует меньших инвестиций, чем восстановление земель в сельскохозяйственном направлении, а срок окупаемости такой зоны значительно меньше. Создание зон отдыха, туристических зон, горнолыжных склонов, лесопарковых насаждений при восстановлении земель будет иметь значительное социальное, экономическое и экологическое значение для регионов. Важность проведения рекреационной рекультивации с экологической точки зрения обусловлена недостаточным количеством лесных насаждений, эрозией почвы, загрязнением вод в районах, где действуют горные предприятия и полигоны ТБО [10].

С точки зрения архитектурно-ландшафтного проектирования техногенные земли могут стать уникальной основой для реализации смелых концептуальных идей. Их использование может способствовать разработке и внедрению современных архитектурных решений, направленных на снижение уровня экологической напряженности в городе. На нарушенных землях после дополнительной подготовки можно расположить ландшафтные парки, ботанические сады, горнолыжные курорты, тематические парки, лечебные санатории и другие зоны рекреации. Увеличение площадей под общественный досуг в промышленных городах может благоприятно отразиться на качестве жизни населения. Кроме того, это открывает возможности для развития туристической отрасли за счет формирования новых направлений: курортно-исторического, лечебно-оздоровительного, спортивного и экстремального туризма, а также экотуризма.

**Зарубежные объекты.** Вопросы рекультивации нарушенных земель в странах Запада были актуальны еще 100–150 лет назад. В США, Англии, Германии, Польше и других государствах значительные территории подвергаются разрушительному воздействию горнодобывающих и других промышленных

отраслей. В этих странах уделяется большое внимание восстановлению нарушенных земель и ландшафтов, и за последние десятилетия был накоплен значительный опыт в этой области.

Государственные лесничества успешно создают леса на отвалах, состоящих из каменистых пород. Некоторые лесные насаждения, посаженные на таких отвалах более ста лет назад, представляют собой полноценные леса. Все зарубежные законодательные нормы требуют создания новых культурных ландшафтов на нарушенных территориях. Ландшафтное планирование контролируется государственными организациями, горные предприятия заключают долгосрочные договоры с государственными землепользователями, в которых прописываются все виды рекультивационных работ, их сроки и требования к качеству подготовки территории. Горные предприятия выполняют работы по разравниванию отвалов, нанесению плодородных грунтов, химической мелиорации и инженерно-техническому обустройству территории. Затем привлекаются архитектурные бюро для создания благоустройства на рекультивированной земле.

В современном мире в результате загрязнения среды, связанного с накоплением бытовых отходов и строительного мусора, образуются крупные полигоны твердых коммунальных отходов, площадь которых может достигать десятков гектаров. На определенном этапе такие объекты исчерпывают свою емкость и требуют закрытия, а также последующей рекультивации с целью перевода территорий под хозяйственные или рекреационные нужды.

В соответствии с поставленными задачами очевидно, что имеющийся опыт рекреационного восстановления техногенных ландшафтов требует глубокого анализа и изучения. Зарубежные примеры архитектурно-ландшафтного преобразования нарушенных земель являются значимым ресурсом в определении достоинств и недостатков рекреационной рекультивации как способа борьбы с техногенными катастрофами. Одним из примеров является Фрешкиллс-парк площадью 890 га, расположенный на западе Статен-Айленда в Нью-Йорке.

Территория Фрешкиллс-парка ранее использовалась как один из крупнейших полигонов ТКО в мире. Свалка функционировала с 1948 г. до начала 2000-х гг. (рис. 1) и оказывала значительное негативное влияние на экологическую среду не только Нью-Йорка, но прилегающих акваторий Атлантического океана. История самого большого полигона завершилась после трагических событий 11 сентября 2001 г., когда на Freshkills, как на ближайший к городу полигон ТКО, были доставлены обломки разрушенных башен. Администрация полигона временно прекратила прием отходов для проведения поисковых работ идентификации останков погибших [11].

В 2001 г. был объявлен конкурс на создание проекта рекультивации этой территории. Победителем стала работа ландшафтного архитектора Джеймса Корнера, который предложил поэтапную многоходовую систему очистки территории с последующим ее развитием до полноценного рекреационного объекта (рис. 2).

Сложной задачей стало создание безопасного и экологически чистого места для отдыха на территории, где было накоплено около 150 млн т отходов, что примерно соответствует количеству пластика, находящегося в мировом океане. Для решения этой задачи была разработана система рекультивации,

включающая установку специального непроницаемого покрытия («капсулы») с системой отвода свалочного газа, который после очистки используется для отопления жилых домов в Статен-Айланде. Для полной очистки полигона от газов и фильтрата были проложены сети канализационных труб, установлены колодцы, выкопаны траншеи и уложен чистый грунт поверх колпака.



Рис. 1. Freshkills-park – парк на территории полигона ТБО<sup>1</sup>

Fig. 1. Freshkills-park on the territory of the landfill site



Рис. 2. Freshkills-park – парк на территории полигона ТБО, 2013 г.<sup>2</sup>

Fig. 2. Freshkills-park on the landfill site, 2013

Согласно проекту Д. Корнера, территория Фрешкиллс-парка будет разделена на пять функциональных зон с различными характеристиками. Работы по созданию парка начались в 2003 г., завершение полномасштабного строительства намечено на 2030 г. На сегодняшний день на территории парка уже открыта сеть пешеходных троп и велодорожек, поля для футбола и гольфа, бас-

<sup>1</sup> URL: <https://w2e.ru/blog/istoriya-samoy-bolshoy-svalki-v-mire-sdelano-v-amerike/>

<sup>2</sup> URL: <https://www.archdaily.com/339133/landfill-reclamation-fresh-kills-park-develops-as-a-natural-coastal-buffer-and-parkland-for-staten-island>

кетбольные площадки, а также смотровая башня для наблюдения за птицами. Площадь парка после окончания всех работ и официального открытия составит около 890 га (2200 акров) [11].

Примененные в рассмотренном примере способы ландшафтно-архитектурного преобразования обеспечили использование техногенного ландшафта в качестве уникального общественного парка. Использование современных инженерных разработок и архитектурных концепций позволило провести эффективное восстановление огромной нарушенной территории.

В зарубежной практике создание рекреационных рекультивированных зон часто продиктовано не только заботой об окружающей среде, но и экономической целесообразностью. Как и в Нью-Йорке, в Тель-Авиве выбрана стратегия активного использования нарушенных территорий, а не захоронения и консервации отходов. Так, на месте городской свалки «Хирия», существовавшей с 1952 г. и достигавшей высоты 82 м, был создан парк Ариэля Шарона – один из крупнейших проектов экологической реабилитации в мире, расположенный в центральной части Израиля, в Гуш-Дане. Автором проекта парка стал архитектор Петер Латц [15].

Первоначально полигон «Хирия» представлял собой гору с покатыми склонами и зоной затопления в центре. Пласты спрессованного мусора неконтролируемо сползали в близлежащие водоемы. В целях предотвращения экологической катастрофы, которая могла произойти из-за разрушения горы, было принято решение закрыть свалку и провести конкурс на благоустройство территории, в котором победил проект бюро Latz + Partner [15].

Архитекторы столкнулись с задачей планировки системы технических каналов для отвода поверхностных вод с данной территории и создания террасы для предотвращения оползней, способных повлиять на изменение русел рек. В результате проведенных работ наверху свалки образовалась долина, которой раньше не существовало (рис. 3) [15].



Рис. 3. Парк Ариэля Шарона<sup>3</sup>  
Fig. 3. Ariel Sharon Park

<sup>3</sup> URL: <https://www.lookatisrael.com/hiriya-ariel-sharon-park/>



Для реализации проекта понадобились знания лучших инженеров Израиля и международных экспертов. Поверхность полигона была покрыта слоем биопластика, затем устроен дренажный слой из гравия для отвода дождевой воды в специальные резервуары и пруды. Поверх него был насыпан чистый грунт, в который впоследствии были высажены сотни растений. Общая высота всех слоев над телом полигона составляет около семи метров. На территории бывшего полигона «Хирия» планируется размещение амфитеатра, ресторанов, кафе, спортивных площадок и учебных зон, посвященных охране окружающей среды (рис. 4) [15].



Рис. 4. Генплан парка<sup>4</sup>

Fig. 4. General plan of the park

В качестве примера успешной реализации объекта туристического притяжения в выработанном карьере можно рассмотреть ботанический сад Eden Project, расположенный в графстве Корнуолл (Великобритания). Этот оранжерейный комплекс был запроектирован архитектором Николасом Гримшоу на месте бывшего каолинового карьера площадью 2,2 га (рис. 5).

Ландшафт на территории сада при проектировании оставили почти неизменным, сохранились контуры дорог и каменные террасы, которые впоследствии были засыпаны плодородной почвой и озеленены. Центральным элементом комплекса стали две оранжереи, содержащие большую коллекцию тропических и средиземноморских растений (рис. 6). Они представлены в виде геодезических куполов, собранных из стальных шестигранных и пятиугольных рам [14].

Самая большая оранжерея имеет купол высотой 55 м и содержит биом, типичный для влажных экваториальных лесов. Здесь произрастают плодоносящие бананы, пальмы, деревья каучуконоса (гевея, фикусы), кофе, бамбук, эпи-

<sup>4</sup> URL: <https://www.israel-in-photos.com/ru/ariel-sharon-park.html>



фитные орхидеи и разнообразные тропические цветы. В меньшем куполе (35 м в высоту) размещены средиземноморские растения, такие как олива, гранат, лавр, олеандр, цитрусовые и виноград. Также предусмотрен сад ароматических трав, включающий розмарин, тимьян, лаванду и другие виды [14].



Рис. 5. Внутреннее устройство оранжереи<sup>5</sup>

Fig. 5. Internal structure of the greenhouse



Рис. 6. Eden Project (Проект «Эдем»)<sup>6</sup>

Fig. 6. Eden Project

<sup>5</sup> URL: [https://www.architime.ru/specarch/grimshaw/eden\\_project.htm#1.jpg](https://www.architime.ru/specarch/grimshaw/eden_project.htm#1.jpg)

<sup>6</sup> URL: [https://www.architime.ru/specarch/grimshaw/eden\\_project.htm#1.jpg](https://www.architime.ru/specarch/grimshaw/eden_project.htm#1.jpg)

Для создания геодезических куполов использовались современные материалы и новейшие инженерные разработки в области строительства и садоводства. Каркас выполнен из стальных труб, в которые установлены панели из термопластика ETFE в форме шестиугольников (рис. 5). Ученые, разработавшие этот уникальный материал, вдохновились структурой крыльев стрекозы. По своим свойствам этот материал безопаснее стекла [14].

Проект полностью окупился за несколько лет своего существования и продолжает приносить прибыль. Оранжереи используются не только как туристический объект, но и в качестве съемочных площадок. Проект имеет все положительные черты удачно реализованного рекреационного объекта: концептуальную и архитектурную составляющие, экономическую рентабельность, сезонность, аутентичность и уникальность.

Анализ зарубежных практик позволяет выделить следующие положительные черты рекреационной рекультивации: заинтересованность общественности в проектировании рекреационных зон на нарушенных землях; уникальный подход архитекторов к каждой архитектурно-ландшафтной концепции; разработка и успешное применение новейших строительных систем и материалов; финансовая поддержка проектов на уровне города и страны. Особое значение имеет готовность зарубежных стран признавать собственные экологические проблемы и искать способы их решения. В зарубежном проектировании на нарушенных ландшафтах приоритетными направлениями являются улучшение экологической обстановки города и обеспечение общественной безопасности. Следуя этим принципам, зарубежные архитекторы реализуют смелые проекты рекреационных зон, адаптируя их к конкретным условиям нарушенных территорий.

**Отечественные объекты.** Отечественный подход к рекультивации земель, особенно в рекреационном направлении, нередко остается формальным. В сравнении с зарубежным опытом, российские проекты создания рекреационных объектов на нарушенных землях не отличаются разнообразием и смысловой нагрузкой. Обычно рекультивация карьеров сводится к выравниванию поверхности и посадке однолетних растений, чтобы быстро озеленить территорию, но чаще заброшенные карьеры затапливают водой, а рекультивацией полигонов ТБО в России практически не занимаются [12].

Для анализа особенностей и выявления принципов рекреационной рекультивации в России были рассмотрены проекты отечественных специалистов в различных регионах страны. Одним из характерных примеров является бывший золоотвал за ТЭЦ-5 в Новосибирской области, преобразованный в искусственное озеро под названием «Сибирские Мальдивы».

Озеро представляет собой котлован, в который ранее сбрасывались зола и шлак. Проекта рекультивации и благоустройства территории создано не было: котлован затопили водой, создав искусственный токсичный водоем. Бирюзовый цвет воды обусловлен растворенными в ней солями кальция и оксидами металлов (рис. 7). Несмотря на высокую привлекательность для туристов, водоем не выполняет функций рекреационного объекта: вода непригодна для купания, отсутствуют оборудованные пляжи, места отдыха и базы для временного проживания. Также нельзя размещать палаточный городок – территория

не оборудована необходимой инфраструктурой. В 2019 г. доступ к водоему был официально ограничен, территория огорожена и закрыта для посещения [16].



Рис. 7. «Сибирские Мальдивы» – бывший золоотвал в Новосибирске<sup>7</sup>  
Fig. 7. 'Siberian Maldives', a former ash dump in Novosibirsk

Вместе с тем на территории России существуют единичные, но успешные примеры весьма рекреационной рекультивации объектов на месте выработанных карьеров. Одним из наиболее удачных примеров создания лесопарковой туристической зоны является парк «Белый колодец», площадью около 78,5 га, расположенный недалеко от Воронежа.

Парк расположен на месте бывшего мелового карьера диаметром более 1 км (рис. 8). Добыча мела здесь велась открытым способом с начала до середины 1980-х гг. После прекращения работ территория долгое время оставалась заброшенной, пока в начале 2000-х гг. не начались исследования и подготовка к проектированию. Первоначально на месте карьера был создан спортивный комплекс «Белый колодец» с трассами для картинга и мотокросса. С 2021 г. парк работает в режиме мини-курорта для семейного отдыха на природе [9].

На сегодняшний день на территории парка имеются оборудованные пляжи, глэмпинг, Альпака Парк, мотоклуб, эко-тропа и другие туристические объекты (рис. 9). Парк стал примером удачного воплощения идеи рекреационной рекультивации нарушенной земли. Он стал визитной карточкой туристического маршрута в Воронеже, точкой притяжения общественности и является экономически выгодным для города архитектурным объектом [9].

Еще одним примером успешного преобразования нарушенной земли в России можно считать подводный парк «Янтарный» в Калининградской области.

На его месте с 1913 по 1972 г. действовал открытый карьер «Вальтер» по добыче янтаря (рис. 10). После прекращения производства котлован заполнился родниковыми и грунтовыми водами, образуя просторный водоем глубиной до

<sup>7</sup> URL: <https://rg.ru/2019/07/11/reg-sibfo/sibirskie-toksichnye-maldivy-popali-v-the-new-york-times.html>



28 м. Сегодня он известен как Синявинское или Янтарное озеро. Подводный парк имеет тематическую направленность: все объекты, погруженные на дно, связаны с историей добычи и культурой янтаря в Калининградской области. В их числе: ковш шагающего экскаватора, фрагмент гусеничной ленты гидравлического экскаватора, щит от бульдозера, задвижка от трубопровода, вкладыш-улитка от земляного насоса, а также подводный лес (рис. 11). Подводный маршрут оборудован специальными информационными щитами на берегу [13].



Рис. 8. Бывший меловой карьер<sup>8</sup>

Fig. 8. Former chalk quarry

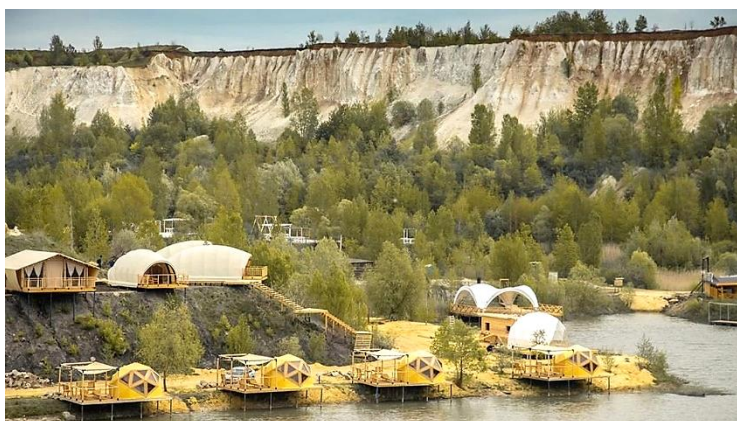


Рис. 9. Туристические объекты в парке<sup>9</sup>

Fig. 9. Tourist facilities in the park

Парк предлагает инфраструктуру для подводного туризма и рэк-дайвинга. В перспективе подводный парк станет площадкой для обучения начина-

<sup>8</sup> URL: <https://trave-l.ru/voronezh/pljazh-belyj-kolodec/>

<sup>9</sup> URL: <https://iz.ru/1342166/andrei-buzykin/kurortnyi-romans-kak-provesti-leto-v-voronezhe>

ющих подводных археологов, где они смогут проводить научные исследования, совершенствовать навыки и применять их в реальных условиях [13].



Рис. 10. Карьер «Вальтер»<sup>10</sup>  
Fig. 10. Walter quarry



Рис. 11. Экспонаты подводного парка<sup>11</sup>  
Fig. 11. Underwater park

Проект был реализован при поддержке «Музея Мирового океана», правительства Калининградской области и дайв-клубов региона, фонда «Морское наследие Отечества» и Атлантического отделения Института океанологии им.

<sup>10</sup> URL: <https://malivi.ru/kgd/place/karer-ozero-sinyavinskiy/>

<sup>11</sup> URL: <https://buyingbusinesstravel.com.ru/news/mice/sozdanie-pervogo-v-rossii-podvodnogo-parka-pod-kaliningradom-prakticheski-zaversheno/>

Ширшова Российской академии наук [13]. Несмотря на финансовую поддержку от государства и оперативную реализацию, общественной популярностью парк пока не пользуется – на данный момент его используют в основном узконаправленные специалисты в области подводного плавания для тренировок и отработки навыков.

### **Анализ отечественного и зарубежного опыта рекреационной рекультивации**

В ходе исследования были рассмотрены примеры проектных решений, реализованных на сложных техногенных ландшафтах. Положительной стороной зарубежных объектов является поэтапный и организованный подход к проектированию. Процесс архитектурно-ландшафтного преобразования начинается с восстановления почв и окружающей среды. Этот процесс подготовки занимает несколько десятилетий. Особое внимание уделяется экологическим аспектам, а затем обеспечивается комфорт и безопасность людей. В проектировании задействовано большое количество специалистов из разных областей, используются современные разработки в биологической и строительной сферах, привлекается поддержка местных властей. Основной причиной использования нарушенных земель в зарубежной практике является нехватка свободной территории. Города Европы, США, Китая и Вьетнама плотно застроены жилыми и коммерческими объектами, поэтому рекреационные зоны часто создаются именно на карьерах, свалках и других техногенных объектах.

В отличие от зарубежного опыта, в России рекреационное восстановление территорий только начинает формироваться. Отечественная практика не располагает большим количеством качественных и устойчивых примеров. Создание рекреационных объектов на полигонах ТБО или в карьерах в РФ сопряжено с рядом трудностей. Среди них: высокая стоимость, длительные сроки реализации, отсутствие запроса среди населения (при всем богатстве нашей территории туристическими кластерами и базами отдыха). При этом, в отличие от зарубежного опыта проектирования рекреационных объектов на нарушенных землях, в российском опыте нет еще ни одного примера рекреационной рекультивации полигона ТБО. На данный момент ведутся разработки по согласованию рекреационной рекультивации и проектирования горнолыжных курортов на территории мусорного полигона «Северная Самарка» (Ленинградская область), Петушинской городской свалки (Владимирская область), а также на территории полигона «Часцы» (Московская область). Однако общество относится к возможности преобразования этих полигонов в рекреационную зону скептически, т. к. население недостаточно информировано о современных методах рекультивации и опасается негативных последствий.

Зарубежное общество демонстрирует понимание и оказывает поддержку таким проектам, в то время как в России архитекторы и проектировщики сталкиваются с предвзятым отношением. Зарубежные рекреационные объекты демонстрируют большее разнообразие направлений развития архитектурно-ландшафтного проектирования по сравнению с российскими рекреационными объектами, в которых часто присутствует только формальный подход. Несмотря на то, что в настоящее время рекультивация нарушенных земель в России яв-

ляется обязательным условием при использовании недр, качество ее реализации остается на низком уровне.

### Заключение

Анализ зарубежного и отечественного опыта формирования и развития рекреационной рекультивации показал, что качественное архитектурно-ландшафтное преобразование нарушенных земель должно основываться на следующих принципах:

- мотивация общества к созданию рекреационных зон на месте нарушенных земель;
- эффективная переработка и восстановление техногенных материалов и среды;
- формирование безопасной, комфортной и эстетически привлекательной рекреационной среды на месте техногенных ландшафтов;
- разработка экономически эффективной, обоснованной и устойчивой концепции формирования парковых и туристических зон;
- привлечение и подготовка квалифицированных специалистов в области проектирования, строительства и смежных областях;
- экономическое стимулирование организаций для проведения восстановительных работ и дальнейшего благоустройства.

Таким образом, в ходе исследования были выявлены особенности создания рекреационных объектов на рекультивируемых территориях в России и за рубежом. Выделены как положительные аспекты, так и существующие проблемы этих процессов. Анализ наиболее значимых объектов позволил определить современные тенденции их проектирования и сформулировать основные принципы качественного архитектурно-ландшафтного преобразования техногенных зон.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Танкиева Т.А., Жаркова В.Л., Ким Е.Р. Проблемы и перспективы использования техногенного ландшафта в туристических и рекреационных целях // Управление устойчивым развитием. 2020. № 4 (29). С. 5–13. EDN: WPLGAM
2. Большаков А.Г., Лоншаков Д.А. Ландшафтно-планировочные принципы организации рекреации на основе овражно-прудового ландшафта в белгородском пригородном районе // Вестник ИргТУ. 2014. № 2 (85). С. 117–126. EDN: RXAAYP
3. Tropek R., Kadlec T., Hejda M., et al. Technical reclamations are wasting the conservation potential of post-mining sites. A case study of black coal spoil dumps // Ecological Engineering. 2012. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2011.10.010
4. Ладик Е.И., Перькова М.В. Принципы и методы архитектурно-планировочной организации рекреационных территорий с учетом региональных особенностей Белгородской области // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 46–52. DOI: 10.12737/article\_5940f0187760c0.79965719. EDN: ZDCZRH
5. Овчаренко Л.А. Инновационные подходы к планированию туристско-рекреационных комплексов на рекреационных территориях // Экономика строительства и городского хозяйства. 2017. Т. 13. № 4. С. 361–372. EDN: RVANZH
6. Довбня Я.В., Астахова Е.С. Особенности архитектурной организации экологических туристических комплексов (на примере юга России) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 5. С. 113–126. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-113-126. EDN: IVLSCX



7. Косенкова Н.А., Казакова Ю.Н. Современные тенденции проектирования туристско-рекреационных комплексов // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13. № 4. С. 99–105. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.13. EDN: DHHBZR
8. Кожеевников Н.В. Выбор рационального направления рекультивации нарушенных земель Кузбасса // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 1 (18). С. 154. EDN: XERGAT
9. Тихонова Е.Н., Малинина Т.А., Селиванова А.С., Бархударян Д.А. Рекреационная рекультивация территории как основа создания паркового пространства // Лесотехнический журнал. 2018. № 4. С. 153–154. DOI: 10.12737/article\_5c1a321ee78a99.60431193. EDN: VOGOOM
10. Ческидов В.В., Сенченко Д.С. Учебно-рекреационная рекультивация карьерных комплексов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2007. № 10. С. 238–241. EDN: KKOKKP
11. История самой большой свалки в мире: сделано в Америке // Энергия из отходов. 2018. URL: <https://w2e.ru/blog/istoriya-samoy-bolshoy-svalki-v-mire-sdelano-v-amerike/> (дата обращения: 05.11.2023).
12. Рекультивация карьеров с использованием отходов: правовая неопределённость // Zharov Group. 2019. URL: [https://zharov.eco/rekultivaciya\\_karierov](https://zharov.eco/rekultivaciya_karierov) (дата обращения: 06.11.2023).
13. Подводный парк «Янтарный» открыт! // Музей мирового океана. 2022. URL: <https://www.world-ocean.ru/events/podvodnyj-park-yantarnyj-otkryt> (дата обращения: 06.11.2023).
14. Райский сад на месте глиняного карьера. Проект «Эдем» от Николаса Гримшоу // Archtime. 2020. URL: [https://www.architime.ru/specarch/grimshaw/eden\\_project.htm#1.jpg](https://www.architime.ru/specarch/grimshaw/eden_project.htm#1.jpg) (дата обращения: 05.11.2023).
15. Парк Ариэль Шарона: борьба с мусором и наводнениями // Archsovet. 2017. URL: <https://archsovet.msk.ru/article/gorod/park-ariel-sharona> (дата обращения: 05.11.2023).
16. Новосибирские Мальдивы: вся правда об озере // Наш Урал. 2019. URL: <https://nashural.ru/russia/novosibirskie-maldivy/> (дата обращения: 06.11.2023).
17. Evans B.G., Cleal C.J., Thomas B.A. Geotourism in an Industrial Setting: the South Wales Coalfield Geoheritage Network // Geoheritage. The European Association for Conservation of the Geological Heritage. 2017. DOI: 10.1007/s12371-017-0226-3
18. Klempa M., Bujok P., Porzer M., Skupien P. Industrial Complexes and their Role in Industrial Tourism – Example of Conversion // GeoScience Engineering. 2016. URL: [https://researchgate.net/publication/306086144\\_Industrial\\_Complexes\\_and\\_their\\_Role\\_in\\_Industrial\\_Tourism\\_-\\_Example\\_of\\_Conversion](https://researchgate.net/publication/306086144_Industrial_Complexes_and_their_Role_in_Industrial_Tourism_-_Example_of_Conversion). DOI: 10.1515/gse-2016-0008

#### REFERENCES

1. Tankieva T.A., Zharkova V.L., Kim E.R. Problems and Prospects of Using Technogenic Landscape for Tourism and Recreational Purposes. *Upravlenie ustoychivym razvitiem*. 2020; 4 (29): 5–13. (In Russian)
2. Bolshakov A.G., Lonshakov D.A. Landscape-Planning Principles of Organizing Recreation based on Ravine-Pond Landscape in the Belgorod Suburban Area. *Vestnik IrGTU*. 2014; 2 (85): 117–126. (In Russian)
3. Tropek R., Kadlec T., Hejda M. et al. Technical Reclamations are Wasting the Conservation Potential of Post-Mining Sites. A Case Study of Black Coal Spoil Dumps. *Ecological Engineering*. 2012. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.10.010>
4. Ladik E.I., Perkova M.V. Principles and Methods of Architectural and Planning Organization of Recreational Areas Taking into Account Regional Characteristics of the Belgorod Region. *Vestnik BG TU im. V.G. Shukhova*. 2017; 7: 46–52. (In Russian)
5. Ovcharenko L.A. Innovative Approaches to Planning Tourist and Recreational Complexes in Recreational Areas. *Ekonomika stroitel'stva i gorodskogo khozyaistva*. 2017; 13 (4): 361–372. (In Russian)
6. Dovbnya Ya.V., Astakhova E.S. Architectural Organization of Ecological Tourist Complexes (The South Russia Case Studies). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26 (5): 113–126. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-113-126. EDN: IVLSCX (In Russian)
7. Kosenkova N.A., Kazakova Yu.N. Modern Design Trends in Tourist and Recreational Complexes. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura*. 2023; 13(4): 99–105. (In Russian)

8. Kozhevnikov N.V. Choice of Rational Direction of Land Reclamation on Disturbed Lands in Kuzbass. *Evrasiiskii Soyuz Uchenykh*. 2015; 1 (18): 154. (In Russian)
9. Tikhonova E.N., Malinina T.A., Selivanova A.S., Barkhudaryan D.A. Recreational Reclamation of Territory as a Basis for Park Space Creation. *Lesotekhnicheskii Zhurnal*. 2018; 4: 153–154. (In Russian)
10. Cheskidov V.V., Senchenko D.S. Educational-Recreational Reclamation of Quarry Complexes. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2007; 10: 238–241. (In Russian)
11. The history of the largest landfill in the world: made in America. *Energiya iz otkhodov*. 2018. Available: <https://w2e.ru/blog/istoriya-samoy-bolshoy-svalki-v-mire-sdelano-v-amerike/> (accessed November 5, 2023). (In Russian)
12. Reclamation of quarries using waste: Legal uncertainty. ZharovGroup. 2019. Available: [https://zharov.eco/rekultivaciya\\_karierov](https://zharov.eco/rekultivaciya_karierov) (accessed November 6, 2023). (In Russian)
13. Underwater park "Yantarny" is open! Museum of the World Ocean. 2022. Available: [www.world-ocean.ru/events/podvodnyj-park-yantarnyj-otkryt](http://www.world-ocean.ru/events/podvodnyj-park-yantarnyj-otkryt) (accessed November 6, 2023). (In Russian)
14. Paradise garden on the site of a clay quarry. "Eden" project by Nicholas Grimshaw. Archtime. 2020. Available: [www.archtime.ru/specarch/grimshaw/eden\\_project.htm#1.jpg](http://www.archtime.ru/specarch/grimshaw/eden_project.htm#1.jpg) (accessed November 6, 2023). (In Russian)
15. Ariel Sharon Park: Combating waste and floods. Archsove. 2017. Available: <https://archsovet.msk.ru/article/gorod/park-ariel-sharona> (accessed November 6, 2023). (In Russian)
16. Novosibirsk Maldives: The whole truth about the lake. Nash Ural. 2019. Available: <https://nashural.ru/russia/novosibirskie-maldivy/> (accessed November 6, 2023). (In Russian)
17. Evans B.G., Cleal C.J., Thomas B.A. Geotourism in an Industrial Setting: The South Wales Coalfield Geoheritage Network. In: Geoheritage. The European Association for Conservation of the Geological Heritage. 2017. DOI: 10.1007/s12371-017-0226-3
18. Klempa M., Bujok P., Porzer M., Skupien P. Industrial Complexes and their Role in Industrial Tourism – Example of Conversion. *GeoScience Engineering*. 2016. DOI: 10.1515/gse-2016-0008

#### Сведения об авторах

Малиновская Ксения Алексеевна, магистрант, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова, 630099, г. Новосибирск, Красный пр., 38, trksu54@gmail.com

Хиценко Евгений Владимирович, канд. архитектуры, доцент, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова, 630099, г. Новосибирск, Красный пр., 38, evkhitsenko@nsuada.ru

#### Authors Details

Kseniya A. Malinovskaya, Graduate Student, Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, trksu54@gmail.com

Evgenii V. Khitsenko, PhD, A/Professor, Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, evkhitsenko@nsuada.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 25.10.2024  
Одобрена после рецензирования 03.03.2025  
Принята к публикации 05.05.2025

Submitted for publication 25.10.2024  
Approved after review 03.03.2025  
Accepted for publication 05.05.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 152–165.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 152–165.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.1+379.8

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-152-165

EDN: RZIGOG

# СЦЕНАРИИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Екатерина Михайловна Копылова, Илья Вячеславович Кузнецов**

*Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** *Актуальность.* Неэффективно используемые территории порождают проблемы в землепользовании и приводят к деградации городской среды. Для решения этих вопросов необходим комплексный подход к проектированию, при котором учитывались бы историческая и архитектурная ценность объектов индустриального наследия, сложившаяся планировочная структура и социально-экономические условия. Создание новых культурных центров в городской среде будет способствовать укреплению региональной идентичности и экономическому росту, а выявление сценариев градостроительного преобразования стагнирующих территорий позволит определить направление градостроительного развития с учетом сложившихся предпосылок.

*Цель работы* – выявление сценариев градостроительного преобразования промышленных территорий на основе определения набора показателей посредством анализа и обобщения международной практики проектирования.

*Материалы и методы.* Исследование включало в себя анализ международного опыта в сфере планирования и проектирования, изучение научно-технической литературы, систематизацию и типологию собранных данных. Верификация данных, применяемых в градостроительном анализе, обеспечивалась использованием геопространственных данных и инструментария геоинформационных систем.

*Результатом* исследования является разработка набора сценариев градостроительного преобразования территорий и предложение концептуального решения развития промышленной территории на примере поселка Ляскеля Республики Карелия.

**Ключевые слова:** градостроительное преобразование, градостроительная реконструкция, редевелопмент, сценарии градостроительной реконструкции, промышленные зоны, малые поселения, индустриальный туризм, экологический туризм, Ляскеля

**Для цитирования:** Копылова Е.М., Кузнецов И.В. Сценарии градостроительного преобразования промышленных территорий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 152–165. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-152-165. EDN: RZIGOG

ORIGINAL ARTICLE

# SCENARIOS OF URBAN PLANNING TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL TERRITORIES

Ekaterina M. Kopylova, Ilia V. Kuznetsov

*The National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow, Russia*

**Abstract.** Inefficiently utilised territories create problems in the land use and lead to a degradation of the urban environment. To address this problem, an integrated design approach should be used with regard to the historical and architectural value of industrial heritage sites, planning structure and socio-economic conditions. The creation of new cultural centres in the city helps to strengthen regional identity and improve the economy, while the identification of scenarios for the urban transformation of stagnant areas helps to determine the direction of urban development taking into account prevailing conditions.

**Purpose:** The aim of the work is to identify scenarios for the urban transformation of industrial areas based on a definition of indicators through the analysis and synthesis of international design practices.

**Methodology/approach:** The analysis of the international experience in planning and design, study of scientific and technical literature, systematization and typology of collected data. The data on urban planning analysis are verified by geospatial data and tools of geographic information systems.

**Research findings:** The development of scenarios of urban planning transformation of territories and the proposed conceptual solution for the development of the industrial territory on the example of Läskelä settlement of the Republic of Karelia.

**Keywords:** urban transformation, urban reconstruction, redevelopment, urban reconstruction scenarios, industrial zone, small settlements, industrial tourism, eco-tourism, Läskelä

**For citation:** Kopylova E.M., Kuznetsov I.V. Scenarios of Urban Planning Transformation of Industrial Territories. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 152–165. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-152-165. EDN: RZIGOG

## Введение

Переход общества от индустриальной модели к постиндустриальной влечет за собой ряд градостроительных проблем. Высвободившиеся за счет сокращения производственных мощностей территории образуют градостроительные резервы, в отношении которых нередко отсутствуют конкретные предложения по их функциональному включению в общую стратегию развития города. В особенности это касается малых городов, где промышленные предприятия имели градообразующее значение и где утрата таких предприятий привела к негативной социально-экономической ситуации (например, Республика Карелия, Россия). Однако такие территории, характеризующиеся большими площадями, наличием объектов культурного наследия, подводом железной дороги и прочим, могут иметь значительный потенциал в качестве аттракторов развития территории в рамках промышленного и экологического туризма.

Одним из перспективных направлений развития таких территорий является «устойчивый» туризм, который «способствует созданию рабочих мест,

развитию местной культуры и производству местной продукции»<sup>1</sup>. Это подтверждается на международном уровне в рамках 8 и 12 целей «устойчивого» развития, сформулированных в 2015 г. в рамках резолюции Генассамблеи ООН «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Страны, разделяющие ценности ООН, поддерживают такое направление градостроительного развития на внутригосударственном уровне, уделяя внимание «обеспечению доступности туристских услуг, отдыха и оздоровления»<sup>2</sup> в национальных стратегиях социально-экономического развития страны в целом и регионов в частности. Так, стратегический научно-исследовательский институт Nordregio видит перспективным совместную региональную систему лидерства, подчеркивая необходимость интеграции инициатив, связанных с туризмом, в комплексные стратегии регионального развития. В своих докладах институт отмечает, что успешное развитие обеспечивается сбалансированным использованием природных ресурсов, бережным отношением к культурному наследию и активным вовлечением местных сообществ в процессы планирования и реализации туристских проектов.

Наличие предпосылок к развитию производств и услуг, в том числе творческих индустрий и туризма, подтверждается, например, и на уровне Республики Карелия в России и обусловливается уровнем социально-экономического развития, уникальным географическим положением, богатым природным и культурным наследием, что формирует потенциал к совместному эффективному развитию промышленного и экологического туризма.

Однако, несмотря на имеющийся потенциал, реконструкция территорий бывших промышленных предприятий в городах с индустриальным прошлым осложняется различными планировочными и социально-экономическими трудностями [1]. Республика Карелия широко известна в промышленном секторе лесного хозяйства и бумажной промышленности. В советское время активно велось создание лесных поселков и соответствующей инфраструктуры. Снижение лесозаготовительной деятельности привело к оттоку трудоспособного населения и стагнации поселений.

Жизнеспособность малых поселений и укрепление социальной стабильности в городах непосредственно связаны с планировочными решениями, поддержкой экономического разнообразия и развитием новых отраслей. Сохранение и развитие культурной самобытности, обеспечение экономической независимости и решение социальных вопросов требуют реализации проектов редевелопмента промышленных территорий [2]. Международное сотрудничество и обмен опытом в области устойчивого развития способствуют выявлению сценариев преобразования как отдельных территорий, так и городов в целом.

<sup>1</sup> Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года: принята Генеральной ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года. URL: <https://docs.un.org/ru/A/RES/70/1> (дата обращения: 10.03.2025).

<sup>2</sup> Российская Федерация. Распоряжения. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года: распоряжение правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 года № 2129-р.

## Материалы и методы

Для градостроительного анализа территорий были использованы данные из статистических отчетов, результатов натурных наблюдений и геоинформационного анализа. Был проведен анализ мирового опыта планирования и проектирования, а также изучена научно-техническая и нормативная литература, собранные данные обобщены и систематизированы. Верификация полученных данных при градостроительном анализе подтверждается использованием геопространственных данных и применением инструментария геоинформационных систем.

### Сценарии градостроительной реконструкции территорий и выявление предпосылок развития поселка Ляскеля

Скандинавский опыт, сочетающий «прозрачность» градостроительной политики с учетом местной культуры, инноваций и общественного участия, обеспечивает устойчивое развитие территорий и поселений [3]. Для выявления сценариев градостроительной реконструкции выбраны территории со схожим географическим положением и природно-климатическими условиями, социально-демографическими показателями и планировочными характеристиками.

*Евнакер, Норвегия.* Образцовым примером успешной реконструкции индустриального наследия в Норвегии служит Кистефосский целлюлозно-бумажный комбинат в коммуне Евнакер. Комбинат, основанный в 1889 г., в прошлом крупнейшее промышленное предприятие страны с 1890-х по 1950-е гг. После закрытия, начиная с 1993 г., был преобразован в промышленный музей и парк скульптур. Сохранившееся оборудование стало частью экспозиции для демонстрации технологических процессов производства [4].

В 2019 г. над рекой был построен мост Твист, гармонично сочетающий музейные функции с архитектурой, выполненной в традиционном норвежском стиле. Музейный комплекс является первым промышленным памятником национального значения, крупнейшим парком современной скульптуры в Норвегии и Северной Европе и занимает третье место по популярности среди достопримечательностей страны.

*Драммен, Норвегия.* Некогда процветающий портовый город с развитым судостроением и целлюлозно-бумажной промышленностью долгое время страдал от экологических проблем, связанных с застройкой берегов промышленными сооружениями. Целлюлозно-бумажный комбинат Юнион функционировал с 1906 по 1986 г. Проект реновации включал градостроительные преобразования непосредственно территории комбината и промышленных зон на противоположном берегу реки.

Концентрация промышленных предприятий в промзоне Гренланд значительно осложняла ситуацию на правом берегу. Трансформация территории комбината осуществлялась с упором на развитие «интеллектуальной» составляющей. Сохраненные исторические корпуса стали частью нововозведенного образовательного комплекса Папирбредден, где расположены библиотеки, научный парк, студенческое общежитие, отель и культурный центр. Прочие промышленные сооружения были снесены, на их месте реализован проект компактной жилой застройки в рамках концепции современного урбанизма.



Левый берег был преобразован в озелененную общественную зону Эльвепарк, соединившую жилые районы с историческим центром и событийной площадью Брагернес-торг. Два берега соединил пешеходно-велосипедный мост Йопсilon. Проект отмечен Норвежской премией дизайна, а также международными премиями, а Драммен имеет награды в области охраны окружающей среды и городского развития [5].

*Кёге, Дания.* Портовый район в Кёге известен как традиционно промышленный и рыночный центр, сохранивший устойчивые позиции в качестве транспортно-узла недалеко от Копенгагена. В 2010 г. по заказу муниципалитета в результате конкурса был разработан план развития центральной портовой зоны, состоящей из трех участков: привокзальной территории, южной гавани и земель Колстроп (сильно загрязненные участки бывшей промышленной зоны) [6].

Публикация концепции стала отправной точкой реализации 20-летнего проекта по созданию амбициозного и устойчивого района, учитывающего масштаб, потребности, культурные особенности и дух города и укрепляющего позицию Кёге как центрального узла столичного региона. Планируемое развитие предполагает возведение жилого района с развитой инфраструктурой, ориентированного на принципы активной и культурной жизни, насыщенности и многообразия возможностей для досуга населения, и бережное включение объектов в архитектурно-планировочные решения.

Железная дорога является разделителем территорий, подлежащих redevelopment, с исторической частью города, одна из задач проекта – преодоление «разрыва» городских тканей. Барьер между старой и новой частью города будет устранен путем создания пешеходно-велосипедного моста – яркого городского пространства, обеспечивающего визуальный контакт между портом и городом.

*Вестерос, Швеция.* Вестерос является важным звеном национальной железнодорожной сети Швеции, который обеспечивает связь со Стокгольмом и другими крупными городами. В стремлении оптимизировать транспортно-пересадочные узлы проекты все чаще отдают предпочтение функциональной лаконичности планировочных решений, ограничивая набор дополнительных общественных сервисов. Иллюстрацией этого подхода служит туристический центр «Вестерос», расположенный в центре города. Центр интегрирует железнодорожные, автобусные, транспортные и велосипедные маршруты в рамках масштабной реконструкции главного вокзала [7].

Концепция предполагает не просто создание транспортного узла, а формирование места социального взаимодействия, где инфраструктурные решения стимулируют общественную активность. Проект нацелен на лучшую интеграцию вокзала с прилегающими территориями, создание единого культурно-рекреационного пространства, соединяющего ранее разделенные районы города. Организованные автобусные остановки, велодорожки и пешеходные зоны формируют единую зону транзита и отдыха.

*Оулу, Финляндия.* Инновационная политика территорий может эффективно опираться на развитие передовых технологических кластеров. Финское правительство включило в программу обновления промышленных территорий бывшие площадки целлюлозно-бумажных комбинатов. Комплекс «Оулу», осно-

ванный в 1930-х гг., включавший целлюлозно-бумажный комбинат, ТЭЦ и лесопильное предприятие «Патениеми», прекратил свою деятельность в 1986 г. из-за финансовых трудностей.

В рамках программы модернизации на месте бывшего комбината создан современный индустриальный парк с развитой научно-образовательной инфраструктурой. Благодаря деятельности исследовательских центров и инновационных площадок Оулу стал ведущим центром бизнеса, управления, образования и исследований на севере Финляндии [8].

Примеры преобразования неэффективно используемых территорий демонстрируют вариативность сценариев, исходя из градостроительных характеристик и социально-экономических факторов (табл. 1). Необходим комплексный подход, учитывающий особенности каждого проекта. В качестве связности территории рассмотрены следующие показатели: характеристика транспортного узла (пассажирская/грузовая станция, вокзал), расстояние до транспортного узла, характеристика зон по обе стороны от железной дороги (равнозначные, полуравнозначные, разнозначные).

Сценарий № 1 характерен для рассмотренной в рамках анализа коммуны Евнакер (Норвегия), по схожим градостроительным ситуациям развивались историческая промышленная деревня Верла (Финляндия) и бывший рабочий поселок Валь-Жальбер (Канада). В подобных проектах стремились сбалансировать сохранение традиционного производства с развитием туристско-рекреационного направления, используя демонстрацию технологических процессов как ключевой элемент привлекательности для туристов [9, 10].

Сценарий № 2 характерен для рассмотренного в рамках анализа г. Драммен (Норвегия). В проекте редевелопмента портового города стремились к экологическому оздоровлению территории, пострадавшей от промышленной деятельности, развитию «интеллектуальной» составляющей, улучшению связности территорий и инфраструктуры города.

Сценарий № 3 характерен для рассмотренного в рамках анализа г. Кёге (Дания). Суть проекта заключается в комплексной реновации промышленного портового района с целью создания устойчивого и многофункционального городского пространства, интегрированного в исторический центр и укрепляющего позиции города как важного транспортного узла.

Сценарий № 4 характерен для рассмотренного в рамках анализа г. Вестерос (Швеция). Суть проекта заключается в трансформации главного вокзала из простого транспортного узла в многофункциональное социальное пространство, интегрированное в городскую ткань.

Сценарий № 5 характерен для рассмотренного в рамках анализа г. Оулу (Финляндия). При преобразовании территории стремились создать современный индустриальный парк с опорой на развитие передовых технологических кластеров.

В табл. 2 наглядно представлена планировочная организация осуществления сценариев реконструкции для каждого рассмотренного проекта.

Для определения перспективного направления развития территории проведен градостроительный анализ, охватывающий основные значимые характеристики.

Таблица 1

Table 1

## Основные градостроительные характеристики территорий\*


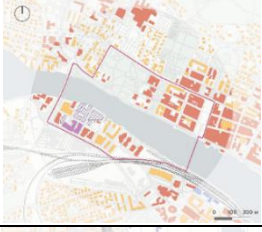



## Main urban planning characteristics of territories

Пример	Численность населения, тыс. чел.	Площадь, га	Географические условия	Наличие вокзала/станции	Связность территорий	Функциональные зоны	Специализация промышленной функции
1	6	13	Река/лесные массивы	Станция	Пассажирская станция 2,7 км Равнозначные зоны (Рекреационные)	Промышленная	Целлюлозный комбинат
2	100	29	Река/набережная/железнодорожные пути	Станция	Пассажирская станция 0,6 км Разнозначные зоны (Жилая/Рекреационная)	Промышленная/ Жилая/Рекреационная	Целлюлозно-бумажный комбинат
3	35	24	Залив Балтийского моря/железнодорожные пути	Вокзал	Вокзал В черте территории под редвелоупмент Разнозначные зоны (Жилая/Промышленная)	Промышленная/Транспортная инфраструктура/Рекреационная	Портово-промышленные зоны
4	134	50	Железнодорожные пути	Станция	Пассажирская станция В черте территории под редвелоупмент Равнозначные зоны (Жилая и Общественно-деловая)	Транспортная инфраструктура/Промышленная/ Жилая/Общественно-деловая	–
5	200	320	Залив Балтийского моря	Станция	Пассажирская станция 1,8 км Полуравнозначные зоны (Промышленная/ Инфраструктурно необеспеченная жилая зона)	Промышленная	Целлюлозно-бумажный комбинат, ТЭЦ и лесопильное предприятие

\* Составлено авторами.

Таблица 2  
Сценарии градостроительного преобразования территорий\*  
Table 2

Scenarios of urban reconstruction of territories

Пример	Существующее положение	Планировочная организация	Сценарий
Евнакер, Норвегия	Проект реализован		Общественно-культурная функция
Драммен, Норвегия	Проект реализован		Общественно-деловая функция
Кёге, Дания	Проект не реализован		Жилое и культурно-бытовое строительство
Вестерос, Швеция	Проект не реализован		Транспортно-пересадочный узел
Оулу, Финляндия	Проект реализован		Инновационный кластер
<p><b>Условные обозначения:</b></p> <div><div>Граница территории проекта редевелопмента</div><div>Улично-дорожная сеть</div><div>Железнодорожные пути</div><div>Рекреационные зоны</div><div>Водные объекты</div><div>Жилая застройка</div><div>Общественно-деловая застройка</div><div>Общественно-культурная застройка</div><div>Промышленные объекты</div><div>Объекты транспортной инфраструктуры</div><div>Объекты преобразования</div><div>Прочая застройка</div></div>			

\* Составлено авторами.

Поселок Ляскеля расположен в Питкярантском районе Республики Карелия Северо-Западного федерального округа, является административным центром Ляскельского сельского поселения. Выгодное экономико-географическое положение определяется высокой транспортной доступностью Северного Приладожья с Санкт-Петербургом и Петрозаводском, а также общей границей с Финляндской Республикой (Европейским союзом).

Регион привлекателен богатством природных ландшафтов, обилием водных объектов и благоприятной экологической обстановкой, чем определен высокий туристский потенциал. На рис. 1 отображены основные транспортные коридоры, связывающие территорию с региональными и туристскими центрами; выделены международные связи и расположение особо охраняемых природных территорий.

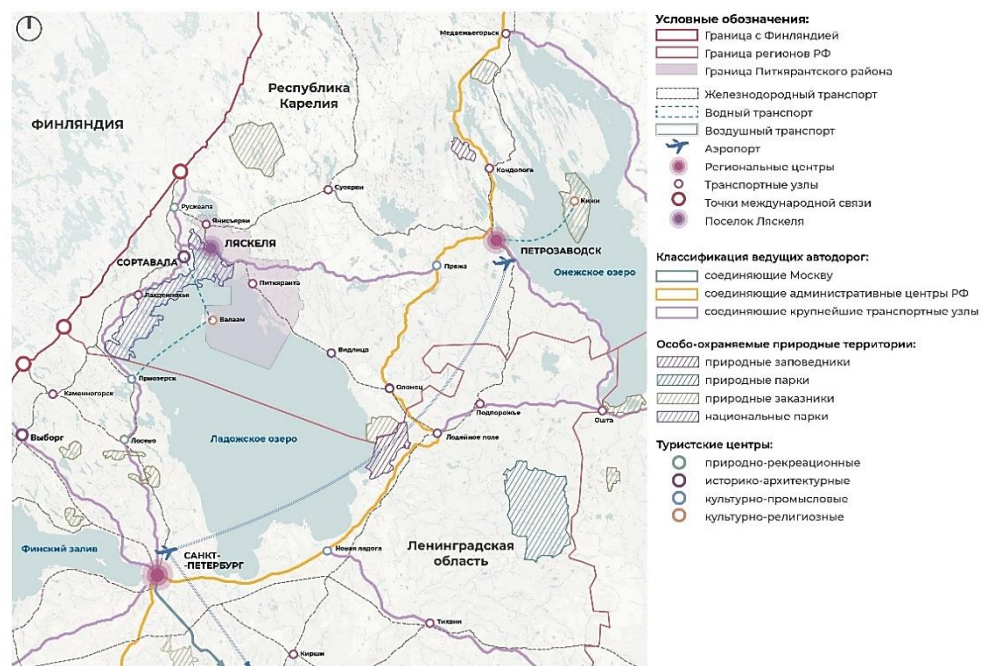


Рис. 1. Внешний транспорт и туристско-рекреационные связи. Выполнено авторами  
Fig. 1. Proposed external transport and tourist-recreational relations

Бумажная фабрика Ляскеля располагала собственной узкоколейной железной дорогой длиной 6,2 км, открытой в 1916 г. Эта железнодорожная ветка, связывавшая фабрику с лесопильным комбинатом, функционировала и в советский период, до ее переоборудования в широкую колею в 1970-х гг.

В 1924 г., после слияния с компанией «Леппякоски», завод получил доступ к девятикилометровой железнодорожной ветке, соединявшей его с Янисъярви и Харлу. Впоследствии линия была расширена, связав Ляскеля с Питкярантой, Салми, Видлицей, Олонцом и Лудейным Полем, и стала частью исторического железнодорожного пути, соединяющего Санкт-Петербург и Мурманск.

В качестве границ исследования рассмотрены поселок Ляскеля и деревня Янис, границы проектирования определены согласно кадастровому делению<sup>3</sup>.

Проектируемая территория занимает 44,65 га, расположена в четырех функциональных зонах, 45 % которых занимает производственная зона, относящаяся к объектам бумажной фабрики и территории ее обслуживания. На рис. 2 показано зонирование территории и баланс функциональных зон.

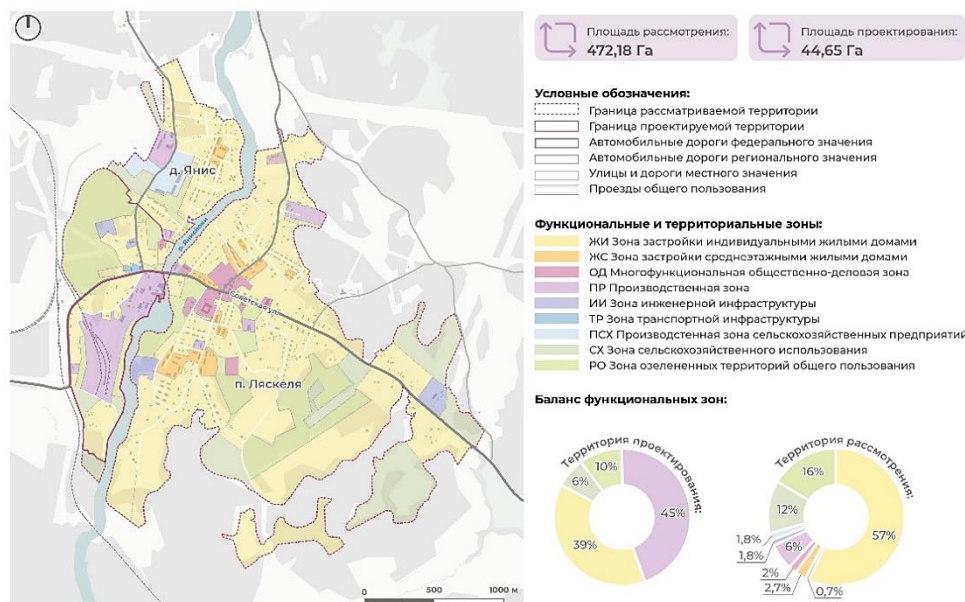


Рис. 2. Зонирование и баланс территории. Выполнено авторами на основе генерального плана Ляскельского сельского поселения

Fig. 2. Zoning and balance of the area. Carried out the authors on the basis of the General Plan of Lyaskelskoye Rural Settlement

История развития поселка неразрывно связана с ныне нефункционирующей бумажной фабрикой, которая была градообразующим предприятием и стимулировала развитие региона. Современное здание Ляскельской бумажной фабрики построено в 1860 г. Нильсом Людвигом Арппе и является выявленным объектом культурного наследия. На сегодняшний день от завода остались цеха, главный корпус после незначительных реконструкций сохраняет свой первоначальный облик (рис. 3).

В довоенные годы в Финляндии на фабрике производились пиломатериалы, опилки и бумага. После Зимней войны фабрика не только возобновила работу, но и существенно расширила производство, специализируясь на выпуске газетной и упаковочной бумаги, а также обоев. Ляскельское предприятие стало ведущим производителем легкой промышленности в регионе, обеспечивая четвертую часть потребления в России обойной бумаги. Для работников предприятия было организовано строительство нового благоустроенного жилья.

<sup>3</sup> Национальная система пространственных данных.



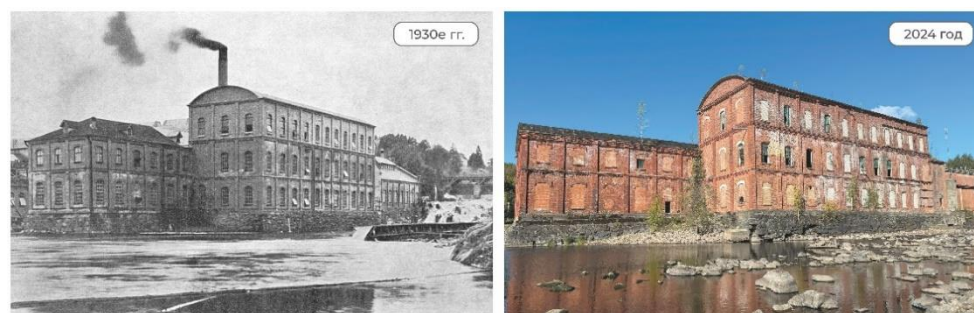


Рис. 3. Здание Ляскельской бумажной фабрики, 1930-е гг. Фото из архива исторических снимков<sup>4</sup> (слева). Авторская фотофиксация, 2024 (справа)

Fig. 3. Paper mill in Laskela, 1930s. Photo from the archive of historical images (left) and present days (right)

Сокращение спроса на продукцию в 1990-е гг., а также систематические задержки выплаты заработной платы стали причиной социального напряжения среди трудового коллектива и в конечном итоге привели к ликвидации фабрики в 2004 г. Поселок Ляскеля оказался в состоянии экономической и социальной стагнации и медленно вымирает.

### Выбор характерного сценария для поселка Ляскеля

По итогам анализа зарубежного опыта сформирован набор показателей, характерных для различных сценариев градостроительного преобразования неэффективно используемых территорий (рис. 4).

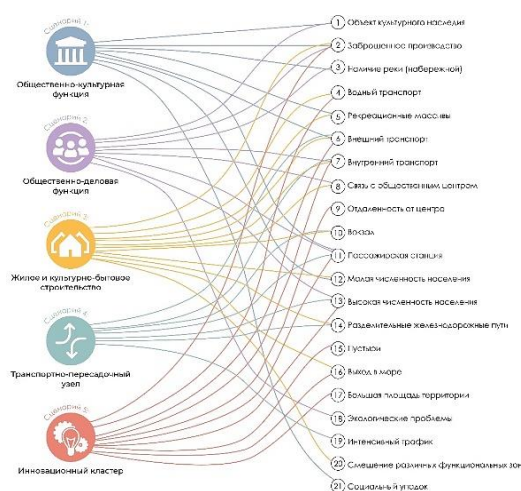


Рис. 4. Сценарии градостроительного преобразования неэффективно используемых территорий. Выполнено авторами

Fig. 4. Proposed scenarios of urban transformation of inefficiently used territories

<sup>4</sup> URL: [http://heninen.net/view\\_e.htm?F=harlu&E=12&I=0&C=13&J=1&S=laskela&Y=X&Z=1&P=uh1930e1](http://heninen.net/view_e.htm?F=harlu&E=12&I=0&C=13&J=1&S=laskela&Y=X&Z=1&P=uh1930e1)



Исходя из анализа зарубежного опыта реконструкции, можно утверждать, что территория поселка Ляскеля по параметрам наиболее близка к сценарию № 1. В данном проекте сценарий реализуется путем развития общественно-культурной функции. Поэтому для территории бывшей бумажной фабрики оптимален вариант восстановления объекта индустриального наследия с последующим развитием территории в качестве рекреационно-досуговой зоны, где можно ознакомиться с технологией производства.

На основании выявленных предпосылок, социально-экономической стратегии развития и выбранного сценария градостроительного преобразования разработана схема планировочного решения на проектируемой территории поселка Ляскеля (рис. 5).

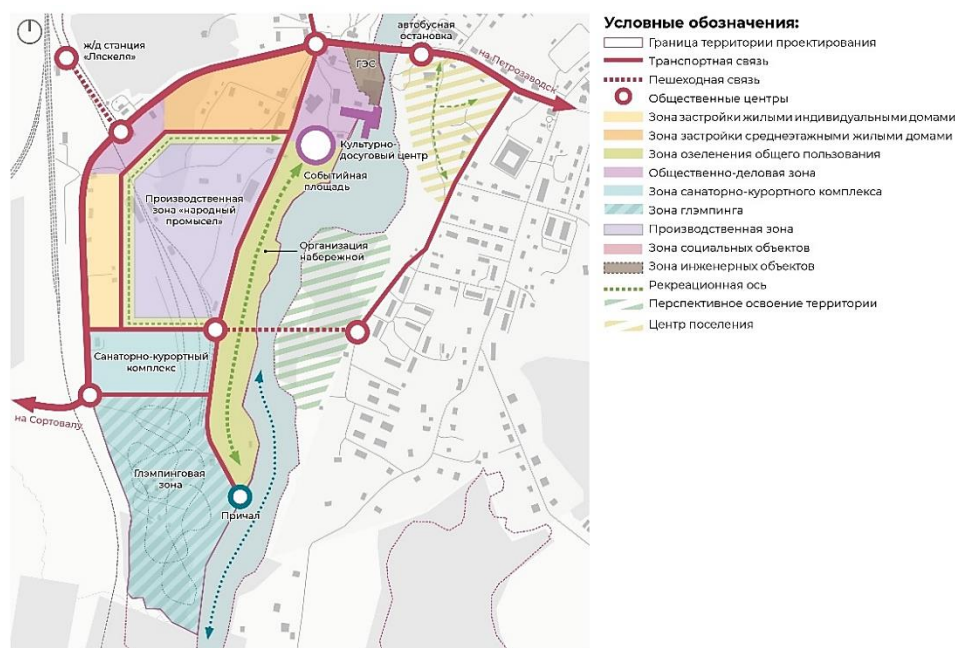


Рис. 5. Планировочное решение на основе выбранного сценария проектируемой территории поселка Ляскеля. Выполнено авторами

Fig. 5. Planning solution based on the selected scenario of the Läskelä project area

Реализация проектов может быть сопряжена с рядом сложностей, связанных со статусом территории – находится в частной собственности (общество с ограниченной ответственностью Северо-Ладожский бумажный завод «Ляскеля»). Однако приоритетные направления развития, обозначенные в стратегии социально-экономического развития Республики Карелия, могут способствовать более эффективному решению проблемы.

### Заключение

На основании проведенного анализа международного опыта по градостроительному преобразованию неэффективно используемых территорий, расположенных в зонах промышленной инженерной и транспортной инфра-

структуры, выявлено пять типовых сценариев их дальнейшего переустройства в контексте общего направления функционально-планировочного развития городской среды.

Применение сценариев на практике рассмотрено на примере поселка Ляскеля Республики Карелия. Исходя из приведенных выше параметров избран наиболее подходящий сценарий – развитие общественно-культурной функции на базе неэффективно используемой промышленной территории. На основании выбранного сценария дальнейшего развития разработано концептуальное решение по функциональному зонированию территории поселка. Предложенный подход включает восстановление и перепрофилирование бумажной фабрики под культурно-досуговый музейный центр, организацию набережной, связывающей два берега пешеходным мостом, создание санаторно-курортного комплекса с прилегающей глэмпинговой зоной, а также организацию зон «народных промыслов» и жилой застройки.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анисимов В.А. Методы преобразования депрессивных территорий старопромышленных городов на примере Иваново // *Архитектура и современные информационные технологии*. 2024. № 4 (69). С. 208–222. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-4-208-222. EDN: FQFSUK
2. Малая Е.В. Возрождение исторических промышленных городов в результате реновации производственного фонда // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2025. Т. 27. № 1. С. 9–24. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-1-9-24. EDN: BPULTF
3. Монастырская М.Е., Песляк О.А. Специфика градостроительного планирования крупных урбанизированных территорий в скандинавских странах. Часть II. Паритетность регионального и муниципального градостроительного планирования в Норвегии // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2021. № 3. С. 47–63. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-3-47-63. EDN: IWFNMI
4. Санданова Б.Б., Лихачёв Е.Н. Методы реновации промышленных предприятий при реструктуризации монопрофильных городов // *Нозма (Архитектура. Урбанистика. Искусство)*. 2021. № 2 (7). С. 128–139. EDN: QPTMMX
5. Феофанова С.А. Реновация промышленных территорий как одно из актуальных направлений развития Астрахани // *Экономика строительства*. 2023. № 4. С. 249–257. EDN: LELZPJ
6. *Sigmarsdóttir G.B.* Searching for site-specific design a case study of harbour transformations in Køge, Denmark and Reykjavík, Iceland. Alnarp : Saint Louis University, 2014. 209 p. URL: <https://stud.epsilon.slu.se/7491> (дата обращения: 24.02.2025).
7. Низамутдинова Д.А. Предпосылки формирования типологии общественно-транспортных центров (ОТЦ) в процессе полицентризации структуры городского центра // *Вестник магистратуры*. 2021. № 1–4 (112). С. 28–34. EDN: NTFKMU
8. Санданова Б.Б. Финно-скандинавский опыт реновации предприятий целлюлозно-бумажной промышленности // *Региональные архитектурно-художественные школы*. 2020. № 1. С. 22–29. DOI: 10.37909/978-5-89170-275-2-2020-1004. EDN: AUXNAR
9. Потапов И.А. Особенности туристского развития города Коуволла (Финляндия) // *Географический вестник*. 2020. № 4 (55). С. 181–189. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-4-181-189. EDN: JEEYPB
10. Durand L. De la région ressource au territoire ressource? Réflexion autour de l'hydroélectricité communautaire au Lac-Saint-Jean (Québec) // *Vertigo*. 2020. V. 20. № 3. DOI: 10.4000/vertigo.29155

#### REFERENCES

1. Anisimov V.A. Methods of Transformation of Depressive Territories of Old Industrial Cities on the Example of Ivanovo. *Arhitektura i sovremennye informacionnye tekhnologii*. 2024; 4 (69): 208–222. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-4-208-222 (In Russian)

2. Malaya E.V. Revitalization of Historic Industrial Cities after Productive Assets Renovation. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27 (1): 9–24. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-1-9-24 (In Russian)
3. Monastyrskaya M.E., Peslyak O.A. Urban Planning of Large Urbanized Territories in the Scandinavian Countries. Part II: Parity of Regional and Municipal Urban Planning in Norway. *Vestnik BGТУ im. V.G. Shuhova*. 2021; (3): 47–63. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-3-47-63 (In Russian)
4. Sandanova B.B., Likhachev E.N. Analysis of Foreign Experience in Restructuring of Single-Industry Cities Through the Renovation of City-Forming Enterprises. *Noema (Arhitektura. Urbanistika. Iskustvo)*. 2021; 2 (7): 128–139. (In Russian)
5. Feofanova S.A. Renovation of Industrial Territories as a Relevant Direction of Astrakhan Development. *Ekonomika stroitel'stva*. 2023; (4): 249–257. (In Russian)
6. Sigmarsdóttir G.B. Searching for Site-Specific Design a Case Study of Harbour Transformations in Køge, Denmark and Reykjavík, Iceland. Alnarp: Saint Louis University, 2014. 209 p. Available: <https://stud.epsilon.slu.se/7491> (accessed February 24, 2025).
7. Nizamutdinova D.A. Prerequisites for the Formation of Public-Transport Centre Typology in Urban Centre Polycentrism. *Vestnik magistratury*. 2021; 1–4 (112): 28–34. (In Russian)
8. Sandanova B.B. Fennoscandian Experience of Renovation of Pulp and Paper Industry. *Regional'nye arkhitekturno-hudozhestvennye shkoly*. 2020; (1): 22–29. DOI: 10.37909/978-5-89170-275-2-2020-1004 (In Russian)
9. Potapov I.A. Tourism Development in the City of Kouvola (Finland). *Geograficheskij vestnik*. 2020; 4 (55): 181–189. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-4-181-189 (In Russian)
10. Durand L. De la région ressource au territoire ressource? Réflexion autour de l'hydroélectricité communautaire au Lac-Saint-Jean (Québec). *Vertigo*. 2020; 20 (3). DOI: 10.4000/vertigo.29155

#### Сведения об авторах

Копылова Екатерина Михайловна, студентка, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, kopylova.ekt@gmail.com

Кузнецов Илья Вячеславович, преподаватель, аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, elias96@mail.ru

#### Authors Details

Ekaterina M. Kopylova, Student, The National Research Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavl'skoe Road, 129337, Moscow, Russia, kopylova.ekt@gmail.com

Ilya V. Kuznetsov, Lecturer, Research Assistant, The National Research Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavl'skoe Road, 129337, Moscow, Russia, elias96@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 14.03.2025  
Одобрена после рецензирования 14.04.2025  
Принята к публикации 21.04.2025

Submitted for publication 14.03.2025  
Approved after review 14.04.2025  
Accepted for publication 21.04.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 166–179.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 166–179.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

#### НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 711.4:001.891.5(045)

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-166-179

EDN: TLNTLK

### ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОНИМАНИЯ НАЗНАЧЕНИЯ И ПОДХОДОВ К ТИПОЛОГИИ УЛИЦ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ

**Лариса Александровна Банникова, Людмила Вениаминовна Булавина**  
*Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия*

**Аннотация.** Актуальность исследования заключается в необходимости разработки научно обоснованного методического подхода к реконструкции и проектированию улично-дорожной сети с целью создания комфортной городской среды. Это требует формирования расширенной типологии городских улиц, базирующейся на изучении эволюции уличного пространства в зависимости от изменения градостроительных условий.

**Цель** работы заключается в выявлении основных этапов трансформации подходов к проектированию городских улиц и осмыслении их назначения во взаимосвязи с развитием и ростом городов.

**Материалы и методы.** Исследование базируется на изучении, анализе и систематизации широкого круга литературных источников, содержащих научные разработки отечественных и зарубежных авторов по проблемам формирования уличного пространства и типологии улиц.

**Результаты.** Изучение трансформации понятия городской улицы показало изменение подхода к проектированию уличного пространства от наращивания транзитной функции до комплексного учета интересов всех участников движения и увеличению многофункционального наполнения уличного пространства.

**Выводы.** Применение принципов создания комфортной городской среды, учет местных условий, многообразия планировочной структуры и неоднородности территории, а также различия в интенсивности и характере движения на разных участках улично-дорожной сети определяют необходимость разработки расширенной типологии улиц по сравнению с традиционными градостроительными категориями и формирования соответствующей методической основы для проектирования.

**Ключевые слова:** комфортная городская среда, проектирование улично-дорожной сети, система общественных пространств, типология улиц

**Для цитирования:** Банникова Л.А., Булавина Л.В. Трансформация понимания назначения и подходов к типологии улиц в отечественной и зарубежной практике // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 166–179. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-166-179. EDN: TLNTLK

## ORIGINAL ARTICLE

## TRANSFORMATION OF UNDERSTANDING PURPOSE AND APPROACHES TO STREET TYPOLOGY DEVELOPMENT IN RUSSIAN AND FOREIGN PRACTICE

Larisa A. Bannikova, Lyudmila V. Bulavina

*Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia*

**Abstract. Purpose:** The aim is to identify the main stages of transformation of approaches to the city street design and understand the significance of the street and road network in urban development.

**Methodology:** The analysis and systematization of the literature on research developments by Russian and foreign researchers in the field.

**Research findings:** It is shown that the approach to the street space design changes from increasing the transit function to taking into account events for all users of street space and increasing its functional content.

**Value:** The application of principles of creating a comfortable urban environment, with respect to local conditions, planning structure diversity, territory heterogeneity, different traffic intensity, determines the need to develop a methodological basis for design of various sections and more expanded street typology compared to urban planning categories.

**Keywords:** comfortable urban environment, street and road network, public space, street typology

**For citation:** Bannikova L.A., Bulavina L.V. Transformation of Understanding Purpose and Approaches to Street Typology Development in Russian and Foreign Practice. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27 (3): 166–179. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-166-179. EDN: TLNTLK

## Введение

Формирование комфортной городской среды – это цель, которую ставят перед собой в настоящее время все крупнейшие города Российской Федерации. Создание системы связанных общественных пространств является ключевой задачей в рамках реализации этой цели. Парки, скверы, набережные и площади связываются между собой улицами, формирующими городской каркас. Особую значимость приобретает вопрос перераспределения ограниченного городского пространства между различными пользователями, в том числе в пределах улично-дорожной сети. Сформулированная в конце 1960-х гг. Анри Лефевром [1] и получившая широкое международное развитие в 1990-х гг. концепция «право на город» [2–5] приобретает все большую популярность и в российской науке [6–9].

Все крупнейшие города РФ развивались по схожему сценарию. В досоветский период улицы служили для пропуска конных экипажей, были узкими и плотно застроенными. В советский период, с развитием транспорта, подход к проектированию улично-дорожной сети изменился. Появились градостроительные категории, иерархия улично-дорожной сети, стали прокладываться новые широкие улицы, в городах произошло массовое строительство жилых микрорайонов с очень низкой плотностью улично-дорожной сети [10].

Советский период характеризовался существенным ростом крупнейших городов. В это время застройка велась не отдельными объектами, а целыми районами, генеральные планы новых городов предусматривали иерархию улично-дорожной сети, создавались улицы с широким профилем. Строительство велось за пределами сохранившегося исторического центра, параметры улиц которого не были рассчитаны на интенсивное использование моторизованным транспортом.

Это привело к тому, что в настоящее время большая часть населения крупнейших городов живет за пределами центрального ядра города, а наибольшая концентрация мест приложения труда, высших учебных заведений и объектов социально-культурного назначения городского масштаба наблюдается в его пределах. В свою очередь это провоцирует большой объем ежедневных маятниковых миграций к центру города [11], что создает высокую нагрузку на улично-дорожную сеть центральных районов. При этом широкие магистрали с многополосными проезжими частями приходят в узкие улицы исторического центра и создают эффект «бутылочного горлышка».

В период неконтролируемого роста автомобилизации многие участки улиц крупнейших городов лишились важных для других участников движения функциональных зон ради расширения проезжих частей. Тротуары были сокращены до минимальных значений, зоны отдыха, зеленые насаждения, уличная мебель исчезли из уличного пространства (рис. 1) [12].



Рис. 1. Улица Малышева. Видовые точки: ул. Малышева, 83 и 85. Из фондов Государственного архива Свердловской области

Fig. 1. Houses 83 and 85, Malysheva Str. State Archive of the Sverdlovsk Region

Указанная мера на некоторое время решила проблему загруженности улиц. Однако дальнейший рост автомобилизации неизбежно привел к тому, что в настоящее время все крупнейшие города сталкиваются с ситуацией, при которой в утренние часы пик пропускная способность улично-дорожной сети оказывается полностью исчерпанной. Города не справляются с существующим объемом автотранспортных потоков.

Изучение трансформации подхода к проектированию улично-дорожной сети города, формирование иерархии и градостроительных категорий во взаимосвязи с этапами развития городов представляют значительный научный и практический интерес. Полученные данные могут служить базой для созда-

ния современной расширенной типологии улично-дорожной сети, ориентированной на формирование комфортной городской среды.

### Результаты исследования

В советский период вопросами проектирования улично-дорожной сети занимались многие ученые и специалисты в области градостроительства. Было издано большое количество научных статей, учебников и нормативно-методических документов.

До 1950-х гг. авторы очень много внимания уделяли важности транспорта в городской экономике. Городские улицы рассматривались в основном с точки зрения функции перемещения. Расчет ширины элементов поперечного профиля служил цели оптимизации расходов на строительство с учетом максимальной эффективности работы. Так, П.А. Куренков, С.Г. Кобзарь [13] определяли функцию улицы как перемещение людей и грузов и обслуживание связей внутри городской территории. Основными элементами поперечного профиля в их работе указывались только тротуар и проезжая часть. Элементы озеленения рассматривались как второстепенные и допускались только в поперечном профиле лишь в том случае, если служили интересам организации движения.

С 1949 г., с дальнейшим развитием транспортной науки, понятие о пространстве городских улиц стало усложняться, внимание начали уделять остальным элементам поперечного профиля и благоустройству, а также подземному пространству. В.К. Петров, В.Г. Сосянц [14] определяют улицу как полосу городской территории общего пользования, расположенную между линиями застройки, предназначенную и приспособленную для городского движения и транспортных устройств, а также для размещения наземных и подземных сооружений городского и уличного благоустройства. Аналогичное понимание использует А.К. Бируля [15]. В 1959 г. Е.А. Меркулов, В.К. Петров, В.Г. Сосянц [16], подробно описывая принципы проектирования каждого элемента поперечного профиля городских улиц, включая велодорожки, акцентируют внимание на транзитной зоне тротуара, свободной от зеленых насаждений, мачт, опор и т. п. В.А. Черепанов [17] добавляет описание значения микроклиматических характеристик и визуальных характеристик городского ансамбля.

В это же время авторы поднимают вопрос об оптимизации ширины элементов не только с точки зрения затрат и пропускной способности, но и использования пространства улицы в целом. В.А. Черепанов считает, что чрезмерно большая ширина проезжей части не только вызывает излишние расходы на эксплуатацию, но и приводит к неэффективному их использованию, т. к. пропускная способность магистралей не возрастает пропорционально ширине проезжей части. А.А. Поляков [18] указывает на недостаточную рациональность использования ширины поперечного профиля между линиями застройки, отмечая, что ширина проезжей части магистральной улицы на подходах к перекресткам с регулируемым движением должна быть, как правило, больше, чем на перегонах, чтобы обеспечить эффективное использование пропускной способности всех участков улицы в целом.

К концу 1960-х гг. авторами отмечается дисбаланс в развитии транспортной системы городов, связанный с ростом автомобилизации. А.А. Поляков пи-



шет о внутренних противоречиях в работе и развитии всех видов городского транспорта, порождаемых существенными различиями в требованиях, предъявляемых к транспорту разными кругами населения города, предприятиями, владельцами транспортных средств. Н. Синев, Г. Смирнов [19] делают ещё больший акцент на возникших противоречиях, противопоставляя «город – место жительства и работы его обитателей» и «город – транспортную систему».

Период 1970-х гг. характеризуется переосмыслением роли транспортной инфраструктуры в городском развитии и жизни общества. Улицы начинают рассматриваться как составляющая часть городской жизни, признается право всех пользователей на пространство. Г. Смыковская [20] указывает на необходимость выработки таких принципов организации и развития городских территорий, которые призваны в первую очередь обеспечить социальную жизнь города, а не определять ее с учетом абсолютной свободы выбора транспортных средств и маршрута следования. О.К. Кудрявцев [21] отмечает негативные последствия бурного роста автомобилизации для окружающей среды и загруженности улично-дорожной сети и формулирует требования учета интересов общества в целом при планировании и развитии транспортных систем. Также он отмечает важность пешеходных путей как фактора, формирующего планировочную структуру города. А.В. Сигаев [22] дополняет задачи организации городского движения и транспорта в части сокращения затрат времени и утомляемости пассажиров на всем протяжении передвижений «от двери до двери».

К концу 1970-х гг. происходит трансформация подхода к проектированию улиц. В 1978 г. О.К. Кудрявцев, Ю.А. Федутинов, И.И. Чуверин [23] вводят понятия «магистрализация» и «специализация». *Магистрализация* сети предусматривает деление улиц и дорог на классы или категории, которые выбираются с таким расчетом, чтобы при определенной стандартизации размеров и эксплуатационных характеристик не допускать существенных отклонений от экономически оправданных решений. *Специализация* является следующей ступенью повышения эффективности использования городских транспортных сетей и заключается в том, чтобы анализировать участки сети на интенсивность разных видов движения – индивидуального транспорта, общественного транспорта, грузового движения.

Для учета многообразных условий, возникающих в городах с различной численностью населения и с разной расчетной интенсивностью движения транспорта, а также для более полного учета различных местных особенностей в «Руководстве по проектированию городских улиц и дорог» (Москва, Стройиздат, 1980) дается расширенная классификация городских улиц и дорог, предложенная Ю.С. Ланцбергом, впоследствии дополненная [24]. Ланцберг делает акцент на том, что очертание элементов на улицах и дорогах различных категорий, а также в различных конкретных местных условиях весьма разнообразно. Однако данная расширенная классификация учитывала только интенсивность автомобильного движения и давала рекомендации по скоростному режиму и организации пересечений. Ю.А. Ставничий [25] применяет методы системного анализа к «функциональной» классификации улично-дорожной сети, основанной на скорости сообщения и положения в плане города и делает вывод о необходимости учета свойств многообразия планировочной структуры и неоднородности территории при проектировании. М.С. Фишельсон [26] от-

мечает, что компоновка поперченного профиля магистральных улиц и дорог во многом зависит от местных условий. Е.М. Лобанов [27] развивает этот подход и утверждает, что одна и та же категория улицы может в зависимости от ожидаемой интенсивности движения иметь различную ширину основной проезжей части, местных проездов, разделительных полос и тротуаров.

В постсоветский период разработка этого вопроса отошла на второй план, количество научных статей и изданий по транспортной тематике резко сократилось. При этом в 1999 г. в документе МГСН 1.01- 99 «Нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы» [28] появилась классификация, учитывающая расположение улиц в городской и центральной исторической среде. В первом случае улицы рассматриваются в качестве транспортных и функционально-планировочных осей, во втором – в качестве транспортно-планировочных и архитектурно-функциональных осей исторического центра.

В начале 2000-х гг. вновь появился интерес к подходам и методам проектирования и реконструкции улиц в условиях растущего уровня автомобилизации. В 2004 г. авторами А.Ю. Михайловым и И.М. Головных была опубликована монография [29], в которой особое внимание уделялось развитию классификаций улично-дорожной сети и оценке существующих сетей.

С целью разработки современной классификации городских улиц с учетом типа и функции прилегающей к улице застройки, интенсивности движения всех участников дорожного движения, определяющих иерархию приоритетов способов передвижений и ширины красных линий, Е.С. Преловской было проведено исследование центральной части Иркутска [30, 31]. Результатом этого исследования стало обоснование назначения таких типов улиц, как городские бульвары, улицы смешанного движения, улицы коммерческого центра. Рекомендации по созданию данных категорий могут быть учтены при реконструкции улично-дорожной сети городских исторических центров.

Анализ мирового опыта показывает, что крупнейшие города разных стран, независимо от географического положения и исторического развития, сталкивались с аналогичными проблемами транспортной перегруженности и адаптации улично-дорожной сети. Это касается как западноевропейских городов, где ограниченность территорий и сохранность исторической застройки исключают строительство широких улиц, так и североамериканских, где долгие годы транспортная политика была ориентирована на создание условий пользования личным автомобилем, вплоть до сноса целых кварталов существующей застройки [32]. В рамках работы Конгресса нового урбанизма (Congress for the New Urbanism) в 1996 г были оформлены принципы устойчивого городского развития в виде Хартии нового урбанизма [33].

Среди этих принципов особую значимость в рамках данного исследования представляет создание связной сети, привлекательной для пешеходов, предусматривающей широкое использование средств индивидуальной мобильности и пеших прогулок для ежедневных перемещений [34].

На рубеже XX в. в зарубежной профессиональной литературе появился термин «полноценные улицы» (complete streets) [35]. Публикации, посвященные исследованиям проектов в рамках идеологии «полноценных улиц», можно разделить на три блока.

Первый блок охватывает обзоры всех нормативных документов, руководств и стратегических планов разных стран и городов. В этих работах рассматривается развитие идей по преобразованию улиц, ожидаемых эффектов; разработка первоочередных мероприятий и создание сети из преобразуемых улиц. Большое внимание при этом уделяется разработке типологии улиц в зависимости от их назначения и положения в плане города, условий доступа, характеристик прилегающей застройки, а также созданию четкой иерархической системы в масштабе города [36, 37].

Второй блок посвящен анализу изменений поведения участников движения после преобразования улиц с учетом разработанных принципов. Большая часть публикаций описывает градостроительные условия и принятые решения, однако информации о реальных эффектах внедрения мероприятий для разных пользователей на одном участке недостаточно. Было изучено влияние различных факторов на рост числа велосипедных поездок и связь между дизайном улицы и увеличением потоков велосипедистов и пешеходов [38–43].

Третий блок работ посвящен моделированию и разработке инструментов проектирования улиц, которые позволят увеличить процент немоторизированных передвижений [44–46].

Концепция «полноценных улиц» получила широкое распространение благодаря трудам таких авторов, как Ян Гейл [47] и Джеф Спек [48], книги которых переведены на множество языков и помогли донести идеи перераспределения пространства до широкого круга лиц, участвующих в проектировании, согласовании и обсуждении проектов, принятии решений по утверждению транспортной политики во многих странах.

С дальнейшим развитием науки и подходов к проектированию комфортных, устойчивых городских сред появилось понятие «жизнеспособные, живые улицы» (vital streets) [49]. Основными принципами в рамках концепции «живых улиц» являются ориентация проектирования на человека, создание эффективной, безопасной, поддерживающей здоровье и экологически чистой зеленой транспортной системы, создание среды для медленных приятных путешествий. Концепция основывается на качестве городского пространства с точки зрения субъективного восприятия, включая условия для передвижения по улице и качество дизайна элементов и архитектуры прилегающей застройки. Ключевую роль в пространстве улиц играет озеленение, которое обеспечивает разделение инфраструктурных зон для разных пользователей и создает благоприятные условия.

На рис. 2 представлена эволюция подходов к созданию улично-дорожной сети в международной практике:

- проектирование с ориентацией на личный автомобиль и наращивание площади проезжей части;
- учет всех пользователей по всем возможным сценариям использования пространства;
- создание среды с учетом нужд и потребностей человека.

Ключевой особенностью современного подхода является дифференцированная оценка приоритетности пользователя на конкретном участке в зависимости от градостроительных условий. Это подразумевает не универсальное

обеспечение инфраструктуры для всех, а ее целевое создание там, где это действительно необходимо, в объеме, соответствующем местным условиям.

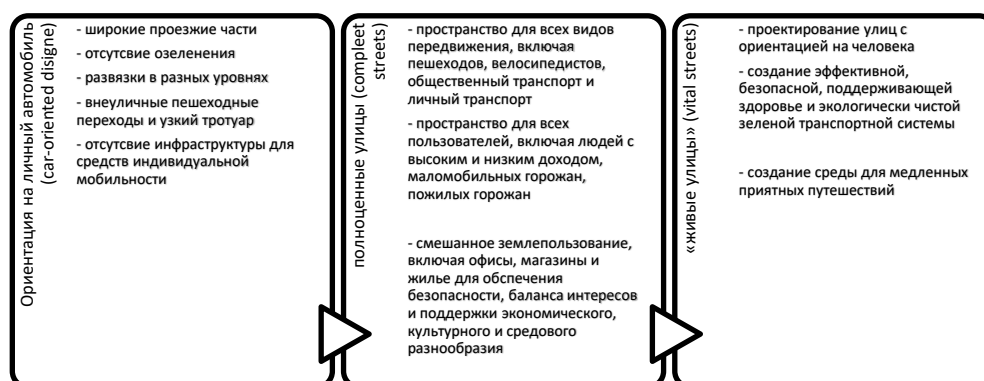


Рис. 2. Трансформация подходов к созданию улично-дорожной сети в международной практике  
Fig. 2. Transformation of approaches to street and road network development in international practice

Ключевой особенностью современного подхода является дифференцированная оценка приоритетности пользователя на конкретном участке в зависимости от градостроительных условий. Это подразумевает не универсальное обеспечение инфраструктуры для всех, а ее целевое создание там, где это действительно необходимо, в объеме, соответствующем местным условиям.

В 2022 г. Paulo Anciaesa и Peter Jones [50] представили результаты исследования по оценке мероприятий по перераспределению пространства улиц между различными пользователями. В основу их подхода легла разработка «инструментов политики вмешательства» (Policy Interventions tool), включающая оценку «уровня приоритетности» того или иного пользователя с присвоением значений на основе трехбалльной шкалы: 0 – условия для пользователя могут быть ухудшены или убраны совсем при необходимости; 1 – условия не должны быть хуже существующих и 2 – условия должны быть лучше, чем существующие, и цели, которые должны быть достигнуты тем или иным вмешательством. Исследование оценивает 26 сценариев использования пространства улицы и 28 целей, основанных на разных категориях пользователей и видах активности, связанных с экономическими, социальными эффектами и воздействием на окружающую среду. Таким образом, был сформирован инструментарий возможных преобразований, который в дальнейшем был применен к 210 примерам переустройства улиц в пяти странах. Оценка эффективности и применимости мероприятий на этих участках была проведена экспертным методом. При этом описание предполагаемого эффекта носило ценностный характер и приводилось с использованием качественных характеристик: «скорее негативно», «нейтрально или неопределенно», «скорее позитивно». Результатом стало формирование пошаговой методики оценки, доступной через онлайн-платформу, которая позволяет любому заинтересованному лицу оценить варианты принимаемого решения по преобразованию улицы в своем городе. Однако данный подход не содержит объективных показателей, по которым можно точно оценить объем необходимых мероприятий по созданию инфраструктуры для каждого пользователя.

Анализ зарубежной литературы показал, что при всем многообразии разработанных стратегий, программ и руководств и большом количестве проведенных исследований вопрос объективной оценки и учета характера использования участков улиц различными пользователями, необходимых для определения объема мероприятий по созданию инфраструктуры, остается недостаточно изученным.

### Выводы

Анализ трансформации понятия городской улицы и подходов к проектированию уличного пространства в советский и постсоветский периоды свидетельствует о повышении разнообразия функционального использования улиц с ростом городов и увеличением интенсивности движения транспорта. Учет местных условий, многообразия планировочной структуры и неоднородности территории, различной интенсивности разных видов движения на разных участках сети определяет необходимость разработки методической основы проектирования различных участков и более расширенной типологии улиц, выходящей за рамки существующих градостроительных категорий.

Применение принципов формирования комфортной городской среды в процессе проектирования и реконструкции улично-дорожной сети крупнейших городов представляет интерес для дальнейшего изучения. Положительный результат может быть достигнут только при комплексном подходе, учитывающем интересы всех пользователей уличного пространства на этапе формирования городского транспортного каркаса, создания связанной системы рекреационных общественных пространств и условий для движения велосипедистов и пользователей средств индивидуальной мобильности.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Lefebvre H.* Le Droit à la ville, Paris: Anthropos (2nd ed.); Paris: Ed. du Seuil, Collection «Points». English translation in Writings on Cities, 1996. 281 p.
2. *Merrifield A.* Social justice and communities of difference: a snapshot from Liverpool // *The Urbanization of Injustice* / E. Swyngedouw (eds.). London: Lawrence & Wishart Limited, 1996. P. 200–222.
3. *Friedmann J.* The Right to the City // *Rethinking the Latin American City* / R. Morse, J. Hardoy (eds.). Washington: Woodrow Wilson Center Press, 1992. P. 98–109.
4. *Harvey D.* The right to the city // *International Journal of Urban and Regional Research*. 2003. V. 27. № 4. P. 939–994. DOI: 10.1111/j.0309-1317.2003.00492.x
5. *Urban policies and the right to the city: international public debates*. Paris: UNESCO, 2006. 178 p. ISBN 978-2729708146.
6. *Бондаренко С.В.* «Право на город» как институционально-формообразующий фактор общественного участия // *Власть и элиты*. 2014. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravo-na-gorod-kak-institutsionalno-formoobrazuyushiy-faktor-obschestvennogo-uchastiya> (дата обращения: 21.01.2025).
7. *Парамонова С.П., Волков А.А.* Право на город (на примере эмпирических исследований малых городов Пермского края) // *Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 3. Гуманитарные и общественные науки*. 2020. № 2. С. 37–52. DOI: 10.24412/2308-7226-2020-2-37-52. EDN: VXFVUS
8. *Карташов А.С.* Право на город как конституционное право // *Конституционное и муниципальное право*. 2020. № 4. С. 73–80. ISSN 1812-3767.
9. *Салимова А.А., Шутова В.Н.* Право на город // *Конституционные права и свободы человека и гражданина в Российской Федерации: проблемы реализации и защиты: материалы*

- межвузовской (ежегодной) студенческой конференции. Иркутск : Иркутский институт (филиал) ВГУЮ (РПА Минюста России), 2019. С. 126–130. EDN: WEFYFM
10. Глазычев В.Л. Урбанистика. Москва : Европа; Новая площадь, 2008. 218 с. ISBN 978-5-9739-0148-6.
  11. Соколова А.А., Калачикова О.Н. Маятниковая трудовая миграция в России: масштабы и последствия // Народонаселение. 2023. Т. 26. № 3. С. 16–29. DOI: 10.19181/population.2023.26.3.2. EDN: JBPLJS
  12. Могильникова Ю.А. Анализ распределения пространства улицы по характеру использования на примере города Екатеринбурга // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы IX Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, 18–23 апреля 2022 г. Волгоград : ВолгГТУ, 2022. С. 55–56. URL: [https://ng.sibstrin.ru/html/005/2022/volgograd/volgograd\\_2022.pdf](https://ng.sibstrin.ru/html/005/2022/volgograd/volgograd_2022.pdf)
  13. Куренков П.А., Кобзарь С.Г. Транспорт при планировке городов. Ленинград : Красный печатник, 1937, 228 с.
  14. Петров В.К., Сосянц В.Г. Городской транспорт. Москва : Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1949. 316 с.
  15. Бируля А.К. Общий курс путей сообщения. Москва : Изд-во дорожно-технической литературы ГУШОСДОРА МВД СССР, 1950. 244 с.
  16. Меркулов Е.А., Петров В.К., Сосянц В.Г., Юдин В.А. Городской транспорт и дорожно-мостовое хозяйство. Москва : Изд-во МКХ РСФСР, 1959. 474 с.
  17. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. Москва : Стройиздат, 1964. 216 с.
  18. Поляков А.А. Транспорт крупного города. Москва : Знание, 1967. 64 с.
  19. Синев Н., Смирнов Г. Транспорт и время. Москва : Знание, 1968. 48 с.
  20. Смыковская Г. Организация городской территории при повышении структурной значимости систем скоростного транспорта. Москва : Знание, 1972. 56 с.
  21. Кудрявцев О.К. Город и транспорт. Москва : Знание, 1975. 48 с.
  22. Сигаев А.В. Автотранспорт в планировке городов. Москва : Изд-во литературы по строительству, 1972. 224 с.
  23. Кудрявцев О.К., Федотинов Ю.А., Чуверин И.И. Транспорт городских центров. Москва : Транспорт, 1978. 110 с.
  24. Ланцберг Ю.С. Городские площади, улицы и дороги. Москва : Стройиздат, 1983. 224 с.
  25. Ставичий Ю.А. Транспортные системы городов. Москва : Стройиздат, 1990. 216 с.
  26. Фишельсон М.С. Городские пути сообщения. Москва : Высшая школа, 1980. 296 с.
  27. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. Москва : Транспорт, 1990. 240 с.
  28. МГСН 1.01-99. Нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы.
  29. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. Новосибирск : Наука, 2004. 267 с. ISBN 5-02-032091-9.
  30. Преловская Е.С. Мультифункциональное уличное пространство: формирование новых классов улиц на основе кластерного анализа // Градостроительство и архитектура. 2016. № 3 (24). С. 129–134. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.21. EDN: WWOJCP
  31. Преловская Е.С., Левашев А.Г., Михайлов А.Ю., Энгель Б. Транспортное планирование в российских городах: перспективы актуализации классификации и подхода к проектированию городских улиц // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2017. № 6 (58). С. 113–119. EDN: YNHMYL
  32. Кретов М.А. Регулирование автомобилизации и автомобилепользования как элемент стратегического управления городской транспортной системы // Экономика, управление, финансы : материалы IV Международной научной конференции, Пермь, 20–23 апреля 2015 г. Пермь : Зебра, 2015. С. 210–213. EDN: TREIUB
  33. Хартия нового урбанизма. EDN: FJMSVS. URL: <https://www.cnu.org/who-we-are/charter-new-urbanism> (дата обращения: 23.02.2023).
  34. New Urbanism. URL: <http://www.newurbanism.org/newurbanism/principles.html>
  35. Bas Javier, Al-Khasawneh Mohammad B., Erdoğan Sevgi, Cirillo Cinzia. How the design of Complete Streets affects mode choice: Understanding the behavioral responses to the level of

- traffic stress // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2023. V. 173. 103698. DOI: 10.1016/j.tra.2023.103698
36. *Anciaes P., Jones P.* Transport policy for liveability – Valuing the impacts on movement, place, and society // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2020. V. 132 (C). P. 157–173. DOI: 10.1016/j.tra.2019.11.009
  37. *Mouratidis K.* Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being // *Cities*. 2021. V. 115. 103229. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103229
  38. *Ahmed T., Moeinaddini M., Almoshaogeh M., Jamal A., Nawaz I., Alharbi F.* A New Pedestrian Crossing Level of Service (Pclos) Method for Promoting Safe Pedestrian Crossing in Urban Areas // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021. V. 18. 8813. DOI: 10.3390/ijerph18168813
  39. *Zohreh Asadi-Shekari, Mehdi Moeinaddini, Muhammad Zaly Shah.* A Bicycle Safety Index for Evaluating Urban Street Facilities // *Traffic Inj. Prev.* 2015. V. 16. P. 283–288. DOI: 10.1080/15389588.2014.936010
  40. *Rankavat S., Tiwari G.* Pedestrians perceptions for utilization of pedestrian facilities – Delhi, India // *Transp. Res. Part F: Traffic. Behav.* 2016. V. 42. P. 495–499. DOI: 10.1016/j.trf.2016.02.005
  41. *Müggenburg H., Blitz A., Lanzendorf M.* What is a good design for a cycle street? – User perceptions of safety and a ttractiveness of different street layouts // *Case Studies on Transport Policy*. 2022. V. 10. I. 2. P. 1375–1387. DOI: 10.1016/j.cstp.2022.04.021
  42. *Pucher J., Buehler R.* Cycling towards a more sustainable transport future // *Transp. Rev.* 2017. V. 37. P. 689–694. DOI: 10.1080/01441647.2017.1340234
  43. *Calvey J.C., Shackleton J.P., Taylor M.D., Llewellyn R.* Engineering Condition Assessment of Cycling Infrastructure: Cyclists'Perceptions of Satisfaction and Comfort // *Transp. Res. Part A: Policy Pract.* 2015. V. 78. P. 134–143. DOI: 10.1016/j.tra.2015.04.031
  44. *Dehghanmongabadi A., Hoşkara Ş.* An integrated framework for planning successful complete streets: Determinative variables and main steps // *Int. J. Sustain. Transp.* 2020. V. 16. № 2. P. 181–194. DOI: 10.1080/15568318.2020.1858373
  45. *Donais F.M., Abi-Zeid I., Waygood E.O.D., Lavoie R.* Assessing and ranking the potential of a street to be redesigned as a Complete Street: A multi-criteria decision aiding approach // *Transp. Res. A Policy Pract.* 2019. V. 124. P. 1–19. DOI: 10.1016/j.tra.2019.02.006
  46. *Jordan S.W., Ivey S., Levy M., Lipinski M., Palazolo P., Waldron B.* Complete Streets: A New Capability Maturity Model // *J. Urban Plann. Dev.* 2022. V. 148. № 1. DOI: 10.1061/(asce)up.1943-5444.0000812
  47. *Gehl J.* *Cities for People*. Island Press, 2010. 288 p. ISBN: 9781597265737.
  48. *Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time.* Farrar, Straus and Giroux, 2012. 328 p. ISBN 9780374285814.
  49. *Wang F., Tan C., Li M., Gu D., Wang H.* Research on Traffic Design of Urban Vital Streets // *Sustainability*. 2022. V. 14. 6468. DOI: 10.3390/su14116468
  50. *Anciaes P., Jones P.* Pedestrian priority in street design – how can it improve sustainable mobility? // *Transportation Research Procedia*. 2022. V. 60. P. 220–227. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.12.029

## REFERENCES

1. *Lefebvre H.* *Le Droit à la ville*, Paris: Anthropos, 2nd ed., Paris: Ed. du Seuil, Collection "Points". English translation in *Writings on Cities*, 1996.
2. *Merrifield A., Swyngedouw E. (Eds.).* *Social Justice and Communities of Difference: A Snapshot from Liverpool. The Urbanization of Injustice.* Lawrence & Wishart Limited, 1996. Pp. 200–222.
3. *Friedmann J.* *The Right to the City. Rethinking the Latin American City.* R. Morse, J. Hardoy (Eds.). Washington: Woodrow Wilson Center Press, 1992. Pp. 98–109.
4. *Harvey D.* The Right to the City. *International Journal of Urban and Regional Research*. 2003; 27 (4): 939–994.
5. *Urban Policies and the Right to the City: International Public Debates.* UNESCO, 2006. P. 9.
6. *Bondarenko S.V.* "The Right to the City" as an Institutional-Form-Forming Factor of Public Participation. *Vlast' i elity*. 2014; (1). Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravo-na-gorod-kak-institutsionalno-formoobrazuyushchiy-faktor-obschestvennogo-uchastiya>. (In Russian)



7. Paramonova S.P. The Right to the City (based on empirical studies of small towns in the Perm region). *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Seriya № 3. Gumanitarnye i obshchestvennye nauki*. 2020; (2): 37–52. DOI: 10.24412/2308-7226-2020-2-37-52. EDN: VXFVUS (In Russian)
8. Kartashov A.S. The Right to the City as a Constitutional Right. *Konstitutsionnoe i munitsipal'noe pravo*. 2020; (4): 73–80. (In Russian)
9. Salimova A.A., Shutova V.N. Right to the City. In: Constitutional Rights and Freedoms of Man and Citizen in the Russian Federation: Problems of implementation and protection. In: *Proc. Annu. Interuniv. Student Conf. Irkutsk*. 2019. Pp. 126–130. EDN: WEFYFM (In Russian)
10. Glazychev V.L. Urbanism. Moscow: Yevropa; Novaya ploshchad', 2008. 218 p. ISBN 978-5-9739-0148-6. (In Russian)
11. Sokolova A.A. Pendulum Labor Migration in Russia: Scale and Consequences. *Narodonaselenie*. 2023; 26 (3): 16–29. DOI: 10.19181/population.2023.26.3.2. EDN: JBPLJS (In Russian)
12. Mogilnikova Yu.A. Analysis of Street Space Distribution According to its Use in Yekaterinburg. In: *Proc. 9th All-Russ. Sci. Conf. of Young Researchers 'Actual Problems of Construction, Housing and Communal Services and Technospheric Safety'*, April 18–23, 2022. Volgograd, 2022. Pp. 55–56. (In Russian)
13. Kurenkov P.A., Kobzar S.G. Transport in City Planning. Leningrad: Krasny Pechatnik, 1937. 228 p. (In Russian)
14. Petrov V.K., Sosyants V.G. Urban Transport. Moscow: Publishing House of the Ministry of Public Utilities of the RSFSR, 1949. 316 p. (In Russian)
15. Birulya A.K. General Course of Communication Routes. Moscow: Publishing house of road and technical literature of the State Road Administration of the Ministry of Internal Affairs of the USSR, 1950. 244 p. (In Russian)
16. Merkulov E.A., Petrov V.K., Sosyants V.G., Yudin V.A. Urban Transport, Road and Bridge Facilities. Moscow: Publishing House of the Ministry of Public Utilities of the RSFSR, 1959. 474 p. (In Russian)
17. Cherepanov V.A. Transport in Urban Planning. Moscow: Stroyizdat, 1964. 216 p. (In Russian)
18. Polyakov A.A. Transport in a Large City. Moscow: Znanie, 1967. 64 p. (In Russian)
19. Sinev N., Smirnov. G. Transport and Time. Moscow: Znanie, 1968. 48 p. (In Russian)
20. Smykovskaya G. Organization of Urban Territory at Increased Structural Importance of High-Speed Transport Systems. Moscow: Znanie, 1972. 56 p. (In Russian)
21. Kudryavtsev O.K. City and Transport. Moscow: Znanie, 1975. 48 p. (In Russian)
22. Sigaev A.V. Motor Transport in Urban Planning. Moscow: Stroiizdat, 1972. 224 p. (In Russian)
23. Kudryavtsev O.K., Fedutinov Yu.A., Chuverin I.I. Transport of Urban Centers. Moscow: Transport, 1978. 110 p. (In Russian)
24. Lanzberg Yu.S. City Squares, Streets and Roads. Moscow: Stroyizdat, 1983. 224 p. (In Russian)
25. Stavnichy Yu.A. Transport Systems of Cities. Moscow: Stroyizdat, 1990. 216 p. (In Russian)
26. Fishelson M.S. Urban Routes. Moscow: Vysshaya shkola, 1980. 296 p. (In Russian)
27. Lobanov E.M. Transport Planning in Cities. Moscow: Transport, 1990. 240 p. (In Russian)
28. MGSN 1.01-99. "Norms and rules for design, planning and developing of the city of Moscow". (In Russian)
29. Mikhailov A.Y., Golovnykh I.M. Modern Trends in Design and Reconstruction of City Street and Road Networks. Novosibirsk: Nauka, 2004. 267 p. (In Russian)
30. Prelovskaya E.S. Multifunctional Street Space: Formation of New Street Classes Based on Cluster Analysis. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*. 2016; 3 (24): 129–134. EDN: WWOJCP (In Russian)
31. Prelovskaya E.S., Levashev A.G., Mikhailov A.Yu., Engel B. Transport Planning in Russian Cities: Prospects for Updating Classification and Approach to Street Design. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*. 2017; 6 (58): 113–119. EDN: YNHMYL (In Russian)
32. Kretov M.A. Regulation of Motorization and Car Use as an Element of Strategic Management of Urban Transport System. In: *Proc. 4th Int. Sci. Conf. 'Economy, Management, Finance'*. Perm, April 20–23, 2015. Perm: Zebra, 2015. Pp. 210–213. EDN: TREIUB (In Russian)
33. Charter of the new urbanism. EDN: FJMSVS. Available: [www.cnu.org/who-we-are/charter-new-urbanism](http://www.cnu.org/who-we-are/charter-new-urbanism) (accessed February 23, 2023).

34. New urbanism. Available: <http://www.newurbanism.org/newurbanism/principles.html>
35. Bas Javier, Al-Khasawneh Mohammad B., Erdoğan Sevgi, Cirillo Cinzia. How the Design of Complete Streets Affects Mode Choice: Understanding the Behavioral Responses to the Level of Traffic Stress. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2023; 173: 103698.
36. Anciaes P., Jones P. Transport Policy For Liveability – Valuing The Impacts On Movement, Place, And Society. *Transportation Research Part A: Policy and Practice: Elsevier*. 2020; 132 (C): 157–173.
37. Mouratidis K. Urban Planning and Quality of Life: A Review of Pathways Linking the Built Environment to Subjective Well-Being. *Cities*. 2021; 115: 103229.
38. Ahmed T., Moeinaddini M., Almoshaogeh M., Jamal A., Nawaz I., Alharbi F. A New Pedestrian Crossing Level of Service (Pclos) Method for Promoting Safe Pedestrian Crossing in Urban Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18: 8813.
39. Asadi-Shekari Z., Moeinaddini M., Zaly Shah M. A Bicycle Safety Index for Evaluating Urban Street Facilities. *Traffic Injury Prevention*. 2015; 16: 283–288.
40. Rankavat S., Tiwari G. Pedestrians Perceptions for Utilization of Pedestrian Facilities. Delhi, India. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2016; 42: 495–499.
41. Müggenburg H., Blitz A., Lanzendorf M. What is a Good Design for a Cycle Street? – User perceptions of safety and attractiveness of different street layouts. *Case Studies on Transport Policy*. 2022; 10 (2): 1375–1387.
42. Pucher J., Buehler R. Cycling Towards a More Sustainable Transport Future. *Transport Reviews*. 2017, 37, 689–694.
43. Calvey J.C., Shackleton J.P., Taylor M.D., Llewellyn R. Engineering Condition Assessment of Cycling Infrastructure: Cyclists' Perceptions of Satisfaction and Comfort. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2015; 78: 134–143.
44. Dehghanmongabadi A., Hoşkara Ş. An Integrated Framework for Planning Successful Complete Streets: Determinative Variables and Main Steps. *International Journal of Sustainable Transportation*. 2020; 16 (2): 181–194. DOI: 10.1080/15568318.2020.1858373
45. Donais F.M., Abi-Zeid I., Waygood E.O.D., Lavoie R. Assessing and Ranking the Potential of a Street to be Redesigned as a Complete Street: A multi-criteria decision aiding approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2019; 124: 1–19.
46. Jordan S.W., Ivey S., Levy M., Lipinski M., Palazolo P., Waldron B. Complete Streets: A New Capability Maturity Model. *Journal of the Urban Planning and Development Division*. 2022; 148 (1). DOI: 10.1061/(asce)up1943-5444.0000812
47. Gehl J. Cities for People. Island Press, 2010. 288 p. ISBN 9781597265737.
48. Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time. Farrar, Straus and Giroux, 2012. 328 p. ISBN 9780374285814.
49. Wang F., Tan C., Li M., Gu D., Wang H. Research on Traffic Design of Urban Vital Streets. *Sustainability*. 2022; 14: 6468. DOI: 10.3390/su14116468
50. Anciaes P., Jones P. Pedestrian Priority in Street Design – How can it Improve Sustainable Mobility? *Transportation Research Procedia*. 2022; 60: 220–227.

#### Сведения об авторах

Банникова Лариса Александровна, ст. преподаватель, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, l.a.bannikova@urfu.ru

Булавина Людмила Вениаминовна, канд. техн. наук, доцент, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, bullw@mail.ru

#### Authors Details

Larisa A. Bannikova, Senior Lecturer, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, 17, Mira Str., 620002, Ekaterinburg, Russia, l.a.bannikova@urfu.ru

Lyudmila V. Bulavina, PhD, A/Professor, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, 17, Mira Str., 620002, Ekaterinburg, Russia, bullw@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 03.03.2025  
Одобрена после рецензирования 15.03.2025  
Принята к публикации 19.03.2025

Submitted for publication 03.03.2025  
Approved after review 15.03.2025  
Accepted for publication 19.03.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 180–192.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 180–192.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 712.4, 711.4

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-180-192

EDN: UCFEVY

# ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ КАРКАС ГОРОДА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, РОЛЬ, ЗНАЧЕНИЕ

**Марина Александровна Трусова, Олеся Олеговна Смолина**

*Новосибирский государственный  
архитектурно-строительный университет (Сибстрин),  
г. Новосибирск, Россия*

**Аннотация.** Настоящее исследование раскрывает и более детально конкретизирует понятие ландшафтно-рекреационного каркаса как части экологической среды города. Данные уточнения помогут систематизировать знания и исследования в области применения терминов экоурбанизма в отношении городских каркасов. В работе рассмотрены также определения экологического, природно-экологического, природного, зеленого, водно-зеленого и других городских каркасов; выявлены их взаимосвязь, родство и различие; рассмотрены роль и значимость ландшафтно-рекреационного каркаса как необходимого элемента устойчивого развития городских пространств.

**Цель работы** заключается в уточнении определения понятия «ландшафтно-рекреационный каркас» и анализе возможности использования других терминов в качестве его синонимов.

**Методы.** В основу научного исследования легли методы теоретического, понятийно-терминологического анализа, а также сравнения и синтеза различных источников по исследуемой теме.

**Новизна** исследования заключается в семантической интерпретации терминов, связанных с направлением «экоурбанизм» в контексте структурно-планировочной организации природных и озелененных пространств в городской среде, а также в уточнении структурно-иерархических взаимосвязей между этими терминами.

**Результаты.** Анализ позволил выявить сходства, различия и взаимосвязь видов городского каркаса в области экоурбанизма. Сделан вывод о ключевой роли ландшафтно-рекреационного каркаса в устойчивом развитии городских территорий.

**Ключевые слова:** ландшафтно-рекреационный каркас, каркас города, основы теории градостроительства, экологический каркас

**Для цитирования:** Трусова М.А., Смолина О.О. Ландшафтно-рекреационный каркас города: определение, роль, значение // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 180–192. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-180-192. EDN: UCFEVY

ORIGINAL ARTICLE

## LANDSCAPE AND RECREATIONAL FRAMEWORK OF THE CITY: DEFINITION AND SIGNIFICANCE

Marina A. Trusova, Olesya O. Smolina

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

**Abstract.** The paper specifies in more detail the concept of landscape and recreational framework as part of the ecological environment of the city. These clarifications will help to systematize knowledge and research in the field of application of eco-urbanism terms to urban frameworks. The paper defines ecological, natural-ecological, natural, green, water-green and other urban frameworks, their relationship, kinship and difference. The landscape and recreational framework is considered as a necessary element of the sustainable development of urban spaces.

**Purpose:** Clarification of the concept of "landscape and recreational framework" and analysis of using other terms as its synonyms.

**Methodology:** Theoretical analysis, conceptual and terminological analysis, comparison of the literature on the topic.

**Value:** Semantic interpretation of terms relating to "eco-urbanism" in the context of the structural and planning organization of natural and landscaped spaces in the urban environment, clarification of structural and hierarchical relationships between these terms. The analysis shows similarities, differences and interrelationships of the types of urban framework in the field of eco-urbanism.

**Keywords:** landscape and recreational framework, urban framework, ecological environment, urban planning theory

**For citation:** Trusova M.A., Smolina O.O. Landscape and Recreational Framework of the City: Definition and Significance. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 180–192. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-180-192. EDN: UCFEVY

В условиях постоянного процесса урбанизации территорий актуальной становится задача создания комфортной устойчивой компактной городской среды, часто именуемой просто как «комфортная городская среда». Эта задача решается в рамках границ существующих территорий и дальнейшего перспективного развития города по приоритетным направлениям в комплексе со сложившейся планировочной структурой, историческими особенностями, транспортно-инженерной инфраструктурой и природно-экологической составляющей.

К началу XXI в. и на современном этапе государственная политика Российской Федерации все более ориентирована на стабилизацию и развитие природно-экологической составляющей городской среды. Об этом свидетельствует принятие ряда нормативных правовых актов и программ: Указ Президента РФ от 01.04.1996 № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию»; Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 г. № 1225-р «Экологическая доктрина Российской Федерации»; Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» от 30.12.2017 г., действующий в рамках Национального проекта «Жилье и городская среда»; Приказ Минстроя РФ от 20.01.2020 г. об утверждении и вводе в действие СП 475.1325800.2020 «Парки. Правила градостроительного проектирования

и благоустройства»; Федеральный закон от 30.12.2020 г. № 494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий»; Российско-французский проект «Водно-зеленый городской каркас как база для создания устойчивых и умных городов» (ВЗГК-Россия) 2021 г. в рамках «Российско-французского года межрегионального сотрудничества». Для реализации данного направления развития происходит внедрение и апробация различных программ, мероприятий и комплексных мер по улучшению экологической ситуации и реконструкции ландшафтных пространств в городской среде, восстановлению и стабилизации природных и природно-антропогенных озелененных территорий и биоразнообразия в целом, однако наиболее значительным, целостным и масштабным является использование такого градостроительного инструмента, как Мастер-план, в частности его начальная часть – анализ существующих и перспективных связей как единого каркаса города. Обычно используют несколько типов таких каркасов в зависимости от спецификации конкретного города. Одним из них является ландшафтно-рекреационный каркас (ЛРК), включаемый как часть экологической среды в структуре городской застройки.

Анализ научных источников по исследуемой теме показывает, что в настоящее время понятие «ландшафтно-рекреационный каркас города» допускает различное толкование в зависимости от позиции и взглядов автора. Часто для определения используются другие, близкие по смысловой нагрузке и определению термины, например: «ландшафтно-экологический каркас», «экологический каркас», «природно-экологический каркас».

Идею ЛРК как структурного компонента городской системы, объединяющего сложившиеся (существующие) природные условия территории в совокупности с пространственными взаимосвязями между ними в единую систему, развивают в своих трудах С.Х. Исмагилова и Е.А. Залетова [1]. Обязательное функционирование данной системы осуществляется за счет выполнения экосистемных услуг, в том числе направленных на удовлетворение возрастающих потребностей городского населения в связи с тенденцией «комфортной городской среды». Полноценность формирования ЛРК достигается благодаря особенностям структурной упорядоченности составных озелененных и рекреационных пространств по их многокомпонентности, связности, однородности распределения и типологическим признакам и свойствам. При этом авторы отмечают, что данное понятие может быть определено с помощью других, смежных по смыслу терминов, что придает некую понятийно-терминологическую неоднозначность определению.

Похожее по смыслу определение предлагает Т.И. Грошева [2], интерпретируя *систему ландшафтно-рекреационных пространств* (ЛРП) как открытую целостную экологическую систему с целевой рекреационной функцией, состоящей из населения, искусственной среды (благоустройства) и природной среды (естественного ландшафта и озелененных территорий). Формирование системы ЛРП рассматривается как один из ключевых методов сохранения и поддержания физического и психологического здоровья населения и биоразнообразия в городской среде.

В рамках исследования А.Н. Теряговой, Е.А. Ахмедовой, И.В. Кузнецова [3] *ландшафтно-рекреационный каркас* понимается как элемент городской ткани, обеспечивающий связность (непрерывность) как внутри городской среды, так и с внешними элементами. При этом учитывается потенциал будущего развития компонентов каркаса с опорой на уже установившиеся характеристики планировочной структуры территории. Авторы подчеркивают, что одним из ключевых моментов комплексного устойчивого развития современных городов является образование, эволюция и функционирование ЛРК.

Как синонимичное понятие в научных трудах М.В. Левашевой и Л.Р. Рязановой [4] используется термин «ландшафтно-экологический каркас». Авторы определяют его как базовую картографическую схему и основополагающую категорию управления и устойчивого развития территории в виде комплекса, который включает природные, экологические и ландшафтно-морфоструктурные аспекты. Л.К. Трубина и Л.Е. Сазонова [5] почти идентично описывают *ландшафтно-экологический каркас* как совокупность указанных составляющих городских территорий в комплексе. В исследовании также встречается понятие *экологического каркаса* как инструмента перспективного направления в части организации качественной городской среды и сохранении существующей природной среды для обеспечения комфортности горожан путем создания *зеленой инфраструктуры*.

Концепцию *экологического каркаса* развивают в своем исследовании Д.В. Новиков и А.С. Исаев [6]. *Экологический каркас* определяется как природно-антропогенное образование, стабилизирующее среду, которое формируется на различных уровнях территориального деления (страна, регион, район, предприятие). Это совокупность пространственно связанных и иерархически упорядоченных элементов, предназначенных для поддержки экологической стабильности данной территории, предотвращения деградации земельных ресурсов и ландшафтов, а также утраты биоразнообразия.

А.Н. Нарбут [7, 8] детализирует понятие *экологического каркаса* как модели, ориентированной на экологическое нормирование, снижение показателей выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и совершенствование методологии ОВОС. *Экологический каркас городской территории* (ЭКГТ) – это совокупность ключевых для городской среды природно-антропогенных и только антропогенных экосистем, распределенных по функциональным зонам. По мнению автора, модель экологического каркаса городской территории соответствует современному подходу экологического планирования и является основным звеном в формировании экологической политики в регионах нового освоения.

В рамках исследования применения данного понятия в регионах нового освоения (ресурсных регионах) Е.Е. Таргаева [9] рассматривает *экологический каркас* как инструмент устойчивого развития и индустриального освоения территории. В отдельных случаях он может выступать как перспективная форма управления природопользованием. Особое значение при этом уделяется принципу сохранения экологического равновесия за счет стимуляции естественных процессов, направленных на самовосстановление и саморегуляцию экосистемы региона.

Понятия *экологического каркаса* и *зеленого каркаса* рассматриваются как синонимичные в исследованиях А.Н. Орлова, И.В. Тонкого [10] и Р.А. Казарян,



В.В. Хачатряна [11]. Так, А.Н. Орлов, И.В. Тонкой [10] определяют *экологический каркас (зеленый каркас)* города как основу формирования здоровой и комфортной общественной среды, состоящей из связанных между собой систем зеленых зон. Система озеленения урбанизированных пространств должна обеспечивать относительно равномерное размещение древесно-кустарниковых и травянистых (зеленых) насаждений на территориях различного функционального назначения городской среды. Формирование системы городских зеленых насаждений определяется следующими факторами: соотношением застроенных и открытых пространств в городе; долей уже существующих насаждений, их качеством и местом в городской планировке; размером и фрагментацией отдельных зеленых зон, а также их функциональной значимостью; особенностями местного ландшафта; транспортной и пешеходной доступностью этих территорий. По Р.А. Казарян и В.В. Хачатряну [11], *экологический каркас* определяется как основа устойчивого развития территорий, совокупность экосистем, способствующих экологической стабильности региона и сохранению пространственных связей между ценными природными комплексами и их биоразнообразием. В свою очередь, *лесозащитный зеленый пояс (ЛЗП)* представляет собой совокупность территориальных зон с ограниченным режимом природопользования, на которых расположены природные и природно-антропогенные объекты муниципальной собственности.

Как сопоставимое понятие рассматривается природно-экологический каркас в исследованиях В.П. Чибилёвой и А.А. Чибилёвого механизму устойчивого развития территории. Он предполагает совокупность экосистемных комплексов, направленных на формирование и регуляцию городской среды. При этом *под экологическим каркасом* понимается «система экологически взаимосвязанных природных территорий, характеризующаяся следующими признаками: способностью обеспечивать экологическое равновесие для данной территории; защищенностью природоохранными мерами, соответствующими предельно допустимой антропогенной нагрузке на природу; ограничениями на виды и интенсивность ресурсного природопользования» [12]. Среди основных параметров данных каркасов выделяют следующие: комплексное влияние и сетевая зависимость территорий; уникальная режимность; иерархичность доминант (ядер) каркаса; тонкая грань стабильности или пограничный баланс. Авторы также указывают на вариативность данного термина.

По А.Г. Горечкой и В.А. Топориной [13], «фундаментом» *природно-экологического каркаса* выступает *природный каркас города*. Основными элементами *природного каркаса города* являются важнейшие ландшафтные компоненты и их комплексы в границах определенной территории. В таком случае *природно-экологический каркас* представляет собой совокупность природного каркаса, малозначительных ландшафтных элементов (например, одиночное дерево, цветник и др.) и территории общего пользования различного функционального назначения как на уровне генерального плана города, так и на уровне отдельного земельного участка.

Л.А. Волкова, В.В. Алексашина и А.А. Терешина [14] в своем исследовании акцентируют внимание на понятии *природного каркаса*, который определяется как существующая экологическая непрерывная система открытых озе-

лененных пространств разного уровня ответственности и доступности, *экологический каркас*, в свою очередь, как комплексное системное образование природоохранных территорий. Под *водно-зеленой системой города* понимается подсистема его ландшафта, состоящая из открытых озелененных пространств и значительных водных объектов различного типа (площадные, линейные, бассейнового типа и т. д.).

О.К. Жильцова [15] актуализирует понятие *городского природного каркаса* как ключевого элемента территориально-пространственных взаимосвязей городских систем в комплексе. Как симбиотический вид социальной и рекреационной инфраструктур дополнительно выделяется система городского озеленения, направленная на повышение экологической значимости в городской среде. Формирование каркаса происходит до этапа градостроительного зонирования городской среды.

Е.В. Котлярова [16] рассматривает понятие *зеленого каркаса* как комплексную пространственную систему зеленых насаждений, формируемую через архитектурно-планировочные решения территориальных зон с целью создания комфортных условий жизни населения на основе сбалансированности природы и общества. Озеленение урбанизированных территорий воспринимается как основа зеленого каркаса городской среды.

В рамках тренда формирования «зеленой» экономики в устойчивых городах С.Н. Бобылев, И.С. Завалеев, А.И. Завалеева, И.Ю. Ховавко [17] выделяют понятие *зеленой инфраструктуры*, также называемой *городом в саду*. Она рассматривается как один из важнейших элементов устойчивого развития городов и реализации экосистемных услуг, составляющими которой являются зеленые зоны. Зелеными зонами авторы называют территории, в большей степени покрытые почвой и растительностью, например сады, бульвары, охраняемые природные территории, спортивные площадки, территории зоопарков и т. д.

В ходе понятийно-терминологического анализа следует также выделить научное исследование А.А. Пономарева, Э.И. Байбакова, В.А. Рубцова [18]. Авторы проводят комплексный анализ определений в направлении экоурбанизма и приходят к выводу, что *природный каркас* близок по значению к особо охраняемым природным территориям и представляет собой единую систему природных комплексов и объектов с особым функциональным значением и режимностью. Эти объекты способствуют поддержанию экологического баланса на уровне, способном принести максимальную экологическую, социальную и экономическую выгоду [18–20]. Эффективность функционирования элементов *природного каркаса* определяет возможность поддержания экологического баланса в данной местности. Структура и наполнение *природного каркаса* базируются на заповедных или особо охраняемых природных территориях, являющихся репозиториями биологических ресурсов растительных и животных видов и площадками для проведения экологического мониторинга и контроля. *Экологический каркас*, согласно проведенному авторами анализу, представляет собой более широкое понятие, поскольку строится на основе природного каркаса как опорной системы и включает в себя среду, направленную на устойчивость и целостность экосистемы региона. Авторы подчеркивают нецелесообразность использования понятий *экологического* и *природного каркасов* как синонимов.

Анализ источников показывает как схожесть (родство) понятий, так и различие в подходах к их интерпретации. Результаты применения данных понятий в научных исследованиях направления экоурбанизма представлены ниже (рис. 1).

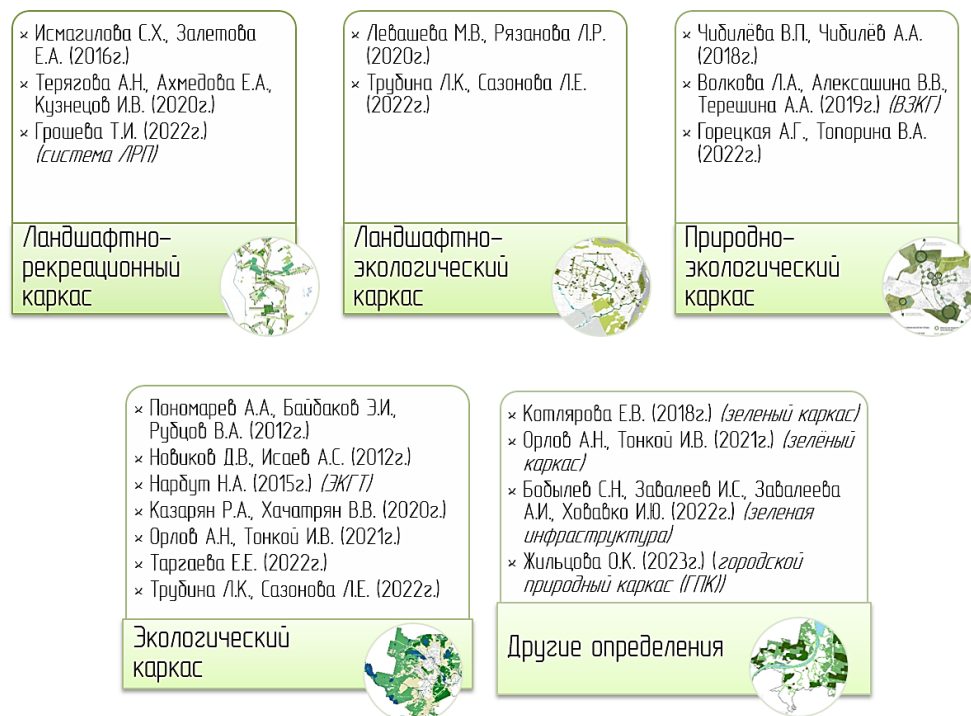


Рис. 1. Схема применения терминов экоурбанизма

Fig. 1. The use of eco-urbanism terms

Для выявления взаимосвязи и взаимозаменяемости данных терминов, базирясь на приведенном выше анализе, рассмотрим следующие ключевые понятия:

**Каркас.** Термин «каркас» происходит от французского *carcasse* – скелет. В градостроительной теории структурную основу формирования городов составляют главные и второстепенные коммуникационные связи и ядра притяжения населения различной функциональной направленности, рассредоточенные на территории города. Тогда каркасом города целесообразнее считать внутреннюю структурную единицу, представляющую собой коммуникационную сеть, направленную на становление и перспективное развитие города с учетом архитектурно-композиционной и функционально-планировочной составляющих. Основной характеристикой городского каркаса считается его *непрерывность* (связность).

**Ландшафт.** Ландшафт – это целостная географическая единица, однородная по происхождению и развитию территории, с присущими ей специфическими природными ресурсами. Это понятие описывает сложную замкнутую территориальную систему, включающую взаимосвязанные природные компоненты, а также природные и антропогенные комплексы более низкого уровня (например, местностей, фаций). Ландшафт формируется под влиянием как при-

родных факторов (геологических процессов, климатических условий, жизнедеятельности организмов), так и антропогенных (численность и плотность населения, материально-энергетическая база производственных сил, урбанизация).

**Рекреация.** Рекреация – это процесс восстановления физических и психических сил человека через комплекс оздоровительных мероприятий, в том числе отдых и развлечения. Термин происходит от латинского *recreatio*, что означает «восстановление» или «возобновление». В контексте городской среды обычно выделяют зоны рекреации, так называемые рекреационные пространства. «Рекреационное пространство (РП) – это часть социального пространства, специализированным значением которой является организация отдыха населения посредством использования функционально-целевого назначения территории как основного рекреационного ресурса» [21]. Таким образом, рекреацию можно выделить как ключевую функцию в рамках экологической среды и городского ландшафта, но если выделять ее как самостоятельную функциональную единицу структуры города, то формирование непрерывной сети всех рекреационных объектов маловероятно.

**Экология.** Термин происходит от двух греческих слов: *oikos* («дом», «жилище») и *logos* («учение»), что буквально переводится как «изучение дома». Экология понимается как наука, изучающая взаимоотношения живых организмов между собой и с окружающей средой. То есть она рассматривает различные факторы, особенности взаимодействия, влияющие как на жизнь организмов и биосреду в целом, так и на их взаимное влияние друг на друга и внутри своих систем. С точки зрения экологии городская среда рассматривается в комплексе, тогда как с позиции ландшафта она чаще всего анализируется через призму биогеоценологии (изучение экосистем, включающих живые организмы и неживую природу). В отдельных случаях исследуется демэкология (исследование популяций, их структуры, роста, динамики, например, для ландшафтных композиций).

**Природа.** Под природой понимается весь окружающий нас материальный мир, существующий независимо от человеческого сознания и деятельности. Она включает в себя как живые, так и неживые элементы: растения, животные, микроорганизмы, почву, воду, воздух, горные породы, климатические явления и многое другое.

Исходя из приведенных определений, можно выделить виды городских каркасов в зависимости от степени влияния антропогенного фактора (рис. 2).

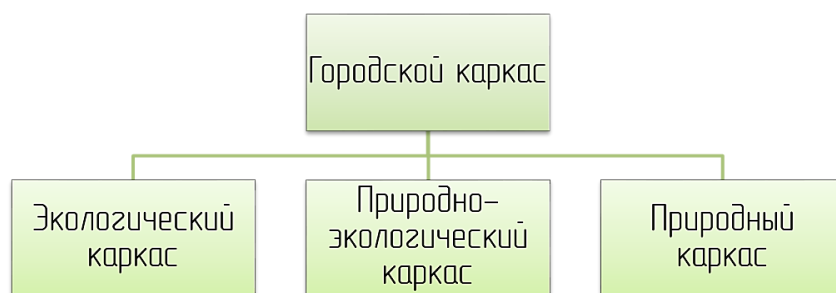


Рис. 2. Виды городских каркасов в зависимости от степени влияния антропогенных факторов  
Fig. 2. Types of urban frameworks depending on anthropogenic factors

*Экологический каркас* характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия, *природно-экологический* – средним, а в отдельных случаях – низким или минимальным влиянием антропогенных факторов. *Природный каркас*, напротив, предполагает низкое или минимальное антропогенное воздействие (обычно характерно для малых непромышленных городов). Такое деление позволяет более точно определить вид основного каркаса в соответствии с ключевыми понятиями, в то время как вид второстепенного каркаса можно уточнить в зависимости от рассматриваемой стороны и выделить его внутри каждого из основных.

Так, рассматривая каркас со стороны системы непрерывного озеленения, ее композиционной целостности и составляющих элементов, можно выделить *ландшафтный и зеленый каркасы*, которые часто рассматриваются как синонимы. Если акцент сделан на системе водоемов и водотоков, регулирующей водный режим территории, целесообразно выделить *водный каркас*. В случае комплексного рассмотрения обеих сторон формируется их симбиотическое сочетание – *водно-зеленый каркас*. С точки зрения биоразнообразия – как растительного, так и животного – выделяется следующий вид второстепенного каркаса – *биологический каркас*, который в более глобальном масштабе может быть расширен до *биосферного каркаса*. Исходя из приведенных выше ключевых определений, рекреацию можно выделить не как самостоятельную единицу, а как сопутствующую (дополняющую), если выделять рекреационную функцию как ключевую в рамках организации ландшафтного каркаса. В этом случае корректнее использовать термин «*ландшафтно-рекреационный каркас*». Аналогично можно рассматривать применение некоторых экологических аспектов в рамках ландшафтного каркаса. Например, с точки зрения влияния адвентивных элементов озеленения в рамках формирования непрерывной системы ландшафтных пространств на существующее аборигенное биоразнообразие целесообразно выделить *ландшафтно-экологический каркас*. Все указанные виды второстепенных каркасов приведены на схеме (рис. 3).

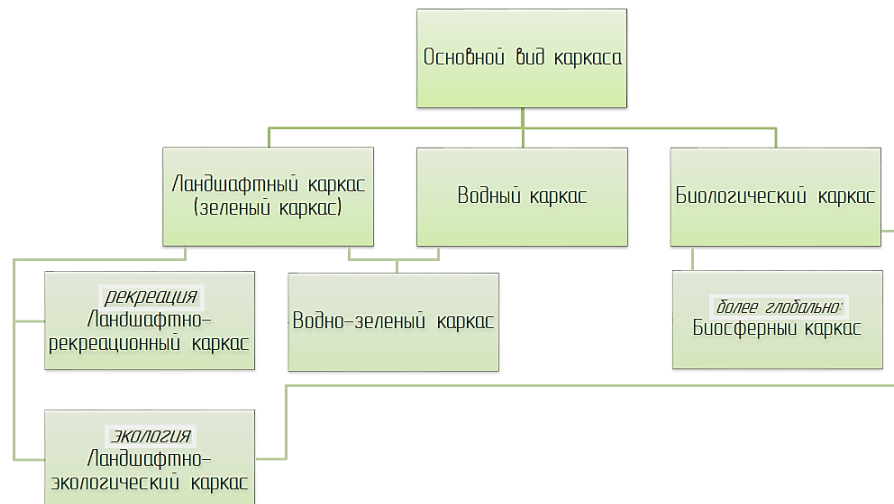


Рис. 3. Виды второстепенных каркасов в зависимости от стороны исследования  
Fig. 3. Types of secondary frameworks depending on research

Таким образом, по таксономическому рангу ландшафтно-рекреационный каркас относится к категории второстепенных видов городского каркаса и может выступать как подвид экологического, природно-экологического и природного каркасов. Он представляет собой устойчивую модель существующего (сложившегося) ландшафта города и рекреационной среды, целенаправленно формируемую для обеспечения комфортной городской среды и устойчивого развития территории.

Данная модель должна обладать перспективами и потенциалом для дальнейшего роста и развития города. Ландшафтно-рекреационный каркас имеет большое значение для устойчивого развития урбанизированных территорий, способствуя гармоничному сочетанию природных и искусственных элементов озеленения и городской среды. Основные аспекты роли ландшафтно-рекреационного каркаса включают: сохранение природного наследия, повышение качества жизни, управление климатическими рисками, обеспечение социальной инклюзивности и эстетико-культурное наполнение городской среды.

Резюмируя, можно сделать следующий вывод: ландшафтно-рекреационный каркас играет ключевую роль в устойчивом развитии урбанизированных территорий, способствуя созданию комфортной, здоровой и экологически сбалансированной городской среды.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Исмаилова С.Х., Залетова Е.А.* Формирование ландшафтно-рекреационного и транспортного каркасов городского округа г. Казань // Известия КГАСУ. 2016. № 3 (37). С. 110–117. EDN: WMWNTL. URL: [https://izvestija.kgasu.ru/files/3\\_2016/110\\_117\\_Ismagilova\\_Zaletova.pdf](https://izvestija.kgasu.ru/files/3_2016/110_117_Ismagilova_Zaletova.pdf) (дата обращения: 20.11.2024).
2. *Грошева Т.И.* Системные принципы реконструкции открытых ландшафтно-рекреационных пространств (на примере города Воронежа) : специальность 2.1.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. 308 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/sistemnye-printsipy-rekonstruktsii-otkrytykh-landshaftno-rekreatsionnykh-prostranstv-na-prim> (дата обращения: 20.11.2024).
3. *Терягова А.Н., Ахмедова Е.А., Кузнецов И.В.* Ландшафтно-рекреационный каркас привокзальных районов // Innovative Project. 2020. Т. 5. № 11. С. 64–72. EDN: XGZUEA. URL: <https://journals.eco-vector.com/2500-3437/article/view/81206> (дата обращения: 13.12.2024).
4. *Левашева М.В., Рязанова Л.Р.* Ландшафтно-экологический каркас как основа целевого проектирования на примере организации территории для рекреационного освоения (модельный участок Шаманка) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2020. Т. 32. С. 77–89. DOI: <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.32.77>
5. *Трубина Л.К., Сазонова Л.Е.* Анализ подходов к формированию экологического каркаса городских территорий // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2022. № 3. С. 169–174. DOI: 10.33764/2687-041X-2022-3-169-174. EDN: XDMKVBG
6. *Новиков Д.В., Исаев А.С.* Формирование экологического каркаса территории при землеустройстве // Природообустройство. 2012. № 2. С. 7–12. EDN: OZEGOV. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17783841> (дата обращения: 14.12.2024).
7. *Нарбут А.Н.* Экологический каркас как модель организации городской территории // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2015. № 21. С. 119–123. DOI: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-119-123. EDN: ZIDRID. URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/data/p6/article156.pdf> (дата обращения: 07.12.2024).
8. *Нарбут А.Н.* Подходы к формированию экологического каркаса городской территории // Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата. ИнтерКарто/ИнтерГИС 22 : материалы Междунар. конф., Веллингтон

- (Новая Зеландия), Мельбурн (Австралия), Протвино, Моск. обл., 31 авг. – 14 сент. 2016 г. Москва ; Протвино : Науч. б-ка, 2016. Т. 2. С. 211–216. ISBN 978-5-9909010-5-6.
9. *Таргаева Е.Е.* Особенности формирования модели экологического каркаса индустриального города ресурсного региона (на примере городов Новокузнецка и Прокопьевска) : специальность 1.6.21 : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Кемерово : КГПИ КемГУ, 2022. 180 с. EDN: GIJZMB. URL: <https://iwer.ru/ru/diss/Targaeva/Dissertation.pdf> (дата обращения: 20.11.2024).
  10. *Орлов А.Н., Тонкой И.В.* Особенности формирования общественных связанных зеленых пространств в городской среде. Зеленый каркас города // E-Scio. 2021. № 12 (63). С. 99–106. EDN: GIXXMQ. URL: <https://e-scio.ru/?p=15789> (дата обращения: 07.12.2024).
  11. *Казарян Р.А., Хачатрян В.В.* Экологический каркас города или зелёный пояс // Вестник евразийской науки. 2020. № 1. EDN: YYZBAE. URL: <https://esj.today/PDF/82SAVN120.pdf> (дата обращения: 07.12.2024).
  12. *Чибилёва В.П., Чибилёв А.А.* Природно-экологический каркас как способ управления территорией: анализ понятий // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. № 17. С. 24–26. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodno-ekologicheskij-karkas-kak-sposob-upravleniya-territoriyei-analiz-ponyatiy> (дата обращения: 27.11.2024).
  13. *Горецкая А.Г., Топорина В.А.* Исследование природно-экологического каркаса города // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2022. № 2 (46). С. 34–47. DOI: 10.25688/2076-9091.2022.46.2.04. EDN: AMKBQO. URL: <https://iest-vestnik.mgpu.ru/2022/07/07/issledovanie-prirodno-ekologicheskogo-karkasa-goroda/> (дата обращения: 07.12.2024).
  14. *Волкова Л.А., Алексашина В.В., Терещина А.А.* Формирование и развитие природно-экологического каркаса территории г. Брянска с учетом влияния естественного рельефа // Строительство и реконструкция, 2019. № 6 (86). С. 48–58. DOI: 10.33979/2073-7416-2019-86-6-48-58. EDN: FOSOBW. URL: <https://oreluniver.ru/public/file/archive/2073-7416-2019-86-6-48-58.pdf> (дата обращения: 10.12.2024).
  15. *Жильцова О.К.* Современное понятие «Городской природный каркас». Его развитие и осмысление // Инновации и инвестиции. 2023. № 2. С. 150–154. EDN: ZUHRYU. URL: <https://innovazia.ru/upload/iblock/bbf/utcuvhfzgp178i0n3a6mh80wwkd2118/№2%202023%20ИИИ.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).
  16. *Котлярова Е.В.* Научная концепция проектирования «зеленого каркаса» в городской среде как основа обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития урбанизированных территорий // Экономика строительства и природопользования. КФУ им. В.И. Вернадского. 2018. № 2 (67). С. 73–79. EDN: YOUWXZ. URL: <https://ce-em.cfuv.ru/wp-content/uploads/2024/02/ESiP-2018-2.pdf> (дата обращения: 30.11.2024).
  17. *Бобылев С.Н. и др.* Развитие «зеленой» инфраструктуры в городах // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. МГУ им. М.В. Ломоносова. 2022. № 3 (45). С. 48–61. DOI: 10.38050/2078-3809-2022-14-3-48-61. EDN: YLQHME. URL: <https://scires.elpub.ru/jour/article/view/224/210> (дата обращения: 28.11.2024).
  18. *Пономарев А.А. и др.* Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. КФУ. 2012. Т. 154. № 3. С. 228–238. EDN: PUHVNN. URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1508984642/154\\_3\\_est\\_20.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_1508984642/154_3_est_20.pdf) (дата обращения: 26.11.2024).
  19. *Бакка С.В.* Принципы создания системы особо охраняемых природных территорий // Охрана живой природы. 1998. № 1 (9). С. 9–10.
  20. *Стоянцева Н.В.* Экологический каркас территории и оптимизация природопользования на юге западной Сибири (на примере Алтайского региона) : специальность 25.00.36 : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Барнаул : Институт водных и экологических проблем СО РАН, 2005. 213 с. EDN: NNONVP
  21. *Трусова М.А., Смолина О.О.* Типология рекреационных пространств // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития : материалы Международной научно-практической конференции, 24–25 апреля 2024 г. В 2 томах. Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2024. С. 135–139. EDN: LBRBDZ

## REFERENCES

1. *Ismagilova S.Kh., Zaletova E.A.* Formation of Landscape, Recreational and Transport Frameworks of the Urban District of Kazan. *Izvestiya KGASU*. 2016; 3 (37): 110–117. EDN: WMWNTL.



- Available: [https://izvestija.kgasu.ru/files/3\\_2016/110\\_117\\_Ismagilova\\_Zaletova.pdf](https://izvestija.kgasu.ru/files/3_2016/110_117_Ismagilova_Zaletova.pdf) (accessed November 20, 2024). (In Russian)
2. Grosheva T.I. System Principles of Reconstruction of Open Landscape and Recreational Spaces (on the example of the city of Voronezh). PhD Thesis. Nizhniy Novgorod. 2022. 308 p. Available: [www.dissercat.com/content/sistemnye-printsiipy-rekonstruktsii-otkrytykh-landshaftno-rekreatsionnykh-prostranstv-na-prim](http://www.dissercat.com/content/sistemnye-printsiipy-rekonstruktsii-otkrytykh-landshaftno-rekreatsionnykh-prostranstv-na-prim) (accessed November 20, 2024) (In Russian).
  3. Teryagova A.N., Akhmedova E.A., Kuznetsov I.V. Landscape and Recreational Framework of Railway Station Areas. *Innovative Project*. 2020; 5 (11): 64–72. EDN: XGZUEA. Available: <https://journals.eco-vector.com/2500-3437/article/view/81206> (accessed November 20, 2024). (In Russian)
  4. Levasheva M.V., Ryazanova L.R. Landscape and Ecological Framework as a Basis for Targeted Territory Organization for Recreational Development (Shamanka site). *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Nauki o Zemle*. 2020; 32: 77–89. DOI: <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.32.77> (In Russian)
  5. Trubina L.K., Sazonova L.E. Approaches to Ecological Framework in Urban Areas. *Regulirovanie zemel'no-imushchestvennykh otnoshenii v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe obespechenie, otsenka nedvizhimosti, ekologiya, tekhnologicheskie resheniya*. 2022; 3: 169–174. DOI: 10.33764/2687-041X-2022-3-169-174. EDN: XDMKBB (In Russian)
  6. Novikov D.V., Isaev A.S. Formation of Territory Ecological Framework in Land Management. *Prirodoobustroistvo*. 2012; 2: 7–12. EDN: OZEGOV. Available: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17783841> (accessed December 14, 2024). (In Russian)
  7. Narbut A.H. Ecological Framework as a Model of Urban Territory Organization. *InterKarto. InterGIS*. 2015, (21): 119–123. DOI: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-119-123. EDN: ZIDRID. Available: <http://intercarto.msu.ru/jour/data/p6/article156.pdf> (accessed December 7, 2024). (In Russian)
  8. Narbut A.N. Approaches to Ecological Framework Formation in Urban Area. In: *Proc. Int. Conf. 'Geoinformation Support for the Sustainable Development of Territories in the Context of Global Climate Change. InterCarto/InterGIS 22'*, Wellington (New Zealand), Melbourne (Australia), Protvino (Moscow Region), in 2 vol. 2016. Pp. 211–216. ISBN 978-5-9909010-5-6. (In Russian)
  9. Targaeva E.E. The Ecological Framework Model of Industrial City in Resource Region (Novokuznetsk and Prokopyevsk). PhD Thesis. Kemerovo. 2022. 180 p. EDN: GIJZMB. Available: <https://iwep.ru/ru/diss/Targaeva/Dissertation.pdf> (accessed November 20, 2024). (In Russian)
  10. Orlov A.N., Tonko I.V. Formation of Public Connected Green Spaces in Urban Environment. *The Green framework of the city. E-Scio*. 2021; 12 (63): 99–106. EDN: GIXXMQ. Available: <https://e-scio.ru/?p=15789> (accessed December 7, 2024). (In Russian)
  11. Kazaryan R.A., Khachatryan V.V. Ecological Framework of the City or Green Belt. *Vestnik evrazijskoi nauki*. 2020; (1): 1–7. Available: <https://esj.today/PDF/82SAVN120.pdf> (accessed December 7, 2024). (In Russian)
  12. Chibileva V.P., Chibilev A.A. Natural and Ecological Framework as Land Management: Analysis of Concepts. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2018; 17: 24–26. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodno-ekologicheskij-karkas-kak-sposob-upravleniya-territoriy-analiz-ponyatiy> (accessed November 27, 2024). (In Russian)
  13. Goretskaya A.G., Toporina V.A. Natural and Ecological Framework of the City. *Vestnik MGPU. Seriya: Estestvennye nauki*. 2022; 2 (46): 34–47. DOI: 10.25688/2076-9091.2022.46.2.04. EDN: AMKBQO (In Russian)
  14. Volkova L.A., Aleksashina V.V., Tereshina A.A. Formation and Development of Natural and Ecological Framework in Bryansk, with Regard to Natural Relief. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2019; 6 (86): 48–58. DOI: 10.33979/2073-7416-2019-86-6-48-58. EDN: FOSOBW (In Russian)
  15. Zhiltsova O.K. The Modern Concept of Urban Natural Framework. Its development and understanding. *Innovatsii i investitsii*. 2023; 2: 150–154. EDN: ZUHRYY. Available: <https://innovazia.ru/upload/iblock/bbf/utcuvhfzgp178i0n3a6mh80wwkd21l8/№2%202023%20ИИИ.pdf> (accessed December 1, 2024). (In Russian)
  16. Kotlyarova E.V. Scientific Concept of Green Framework Design in Urban Environment as a Basis for Environmental Safety and Sustainable Development of Urbanized Territories. *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya*, 2018; 2 (67): 73–79. EDN: YOUWXZ. Avail-

- able: <https://ce-em.cfuv.ru/wp-content/uploads/2024/02/ESiP-2018-2.pdf> (accessed December 30, 2024). (In Russian)
17. Bobylev S.N., et al. Development of Green Infrastructure in Cities. *Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakul'teta*. 2022; 3 (45): 48–61. DOI: 10.38050/2078-3809-2022-14-3-48-61. EDN: YLQHME (In Russian)
  18. Ponomarev A.A., et al. Ecological Framework: Analysis of Concepts. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2012; 154 (3): 228–238. EDN: PUHVNN. Available: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1508984642/154\\_3\\_est\\_20.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_1508984642/154_3_est_20.pdf) (accessed November 26, 2024). (In Russian)
  19. Bakka S.V. Principles of Creating a System of Specially Protected Natural Territories. *Okhrana zhivoi prirody*. 1998; 1 (9): 9–10. (In Russian)
  20. Stoyasheva N.V. Ecological Framework of Territory and Optimization of Environmental Management in the South of Western Siberia (Altai region). PhD Thesis. Barnaul, 2005. 213 p. EDN: NNONVP (In Russian)
  21. Trusova M.A., Smolina O.O. Typology of Recreational Spaces. In : *Proc. Int. Sci. Conf. 'Architecture and Architectural Environment: Issues of Historical and Modern Development'*, in 2 vol., Tyumen, 2024. Pp. 135–139. EDN: LBRBDZ (In Russian)

#### Сведения об авторах

Трусова Марина Александровна, магистрант, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, moorish.chemal.78@gmail.com

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

#### Authors Details

Marina A. Trusova, Graduate Student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, moorish.chemal.78@gmail.com

Olesya O. Smolina, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, zelenoest-vo@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 10.02.2025  
Одобрена после рецензирования 15.03.2025  
Принята к публикации 19.03.2025

Submitted for publication 10.02.2025  
Approved after review 15.03.2025  
Accepted for publication 19.03.2025

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---

## HEATING, VENTILATION, AIR CONDITIONING (HVAC), LIGHTING SYSTEMS AND GAS NETWORKS

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 193–207.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 193–207.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 699.86

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-193-207

EDN: UCYDVK

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТЫ УЗЛОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ШКОЛ (НА ПРИМЕРЕ ШКОЛЫ НА 1000 МЕСТ В С. БЕЛЫЙ ЯР АЛТАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ)

**Денис Геннадьевич Портнягин, Роман Олегович Иванов**

*Хакасский технический институт –*

*филиал Сибирского федерального университета, г. Абакан, Россия*

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы повышения теплозащиты цокольного и карнизного теплонапряженных узлов ограждающих конструкций здания школы на 1000 мест в с. Белый Яр Алтайского района Республики Хакасия.

**Актуальность** исследования обусловлена необходимостью обеспечения энергоэффективности зданий и сооружений, а также создания комфортных условий в помещениях.

**Цель** работы заключается в анализе теплозащиты узлов ограждающих конструкций указанного здания.

**Методы.** В работе использован комплексный подход, включающий математическое моделирование процессов теплопередачи методом конечных элементов (МКЭ) и аналитический метод.

**Результаты.** В ходе исследования определены теплотехнические характеристики узлов и построены графики распределения температуры поверхности по контурам узлов.

**Выводы.** Полученные результаты показали, что дополнительное утепление потолка и утепление пола практически не сокращает теплопотери в окружающую среду. Однако выполнение данных работ позволяет значительно снизить теплопотери в направлении

«помещение – чердак» и в направлении «помещение – подвал», что способствует повышению энергоэффективности здания.

**Ключевые слова:** ограждающая конструкция, метод конечных элементов, расчет теплопереноса, нестационарный режим, теплопроводность, потери тепла, математическая модель, плотность

**Для цитирования:** Портнягин Д.Г., Иванов Р.О. Исследование теплозащиты узлов ограждающих конструкций зданий школ (на примере школы на 1000 мест в с. Белый Яр Алтайского района Республики Хакасия) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 193–207. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-193-207. EDN: UCYDVK

## ORIGINAL ARTICLE

### THERMAL PROTECTION OF BUILDING ENCLOSURE (BELY YAR SCHOOL FOR 1000 PLACES, REPUBLIC OF KHAKASSIA)

**Denis G. Portnyagin, Roman O. Ivanov**

*Khakass Technical Institute, Siberian Federal University Affiliate, Abakan, Russia*

**Abstract.** The article considers issues of increasing thermal protection of the base and cornice heat-stressed units of the school building enclosures for 1000 students in the village of Bely Yar, Altai Region, Republic of Khakassia. The relevance of the study is due to the need to ensure the energy efficiency of buildings and create comfortable conditions in the premises.

**Purpose:** Study of thermal protection of enclosing structures of a school building for 1000 students in the village of Bely Yar Altai region Republic of Khakassia.

**Methodology/approach:** A comprehensive approach is used, including finite element modeling of heat transfer processes and the analytical method.

**Research findings:** Thermal protection of the enclosure components of the school building is improved. Thermal engineering characteristics are determined and the surface temperature curves are obtained along the perimeter. The additional insulation of ceiling and floor insulation does not reduce the heat loss to the environment, however, when performing these works, it turns out to significantly reduce them in room–attic and room–basement directions.

**Keywords:** enclosing structure, finite element method, heat transfer, non-stationary mode, thermal conductivity, heat loss, mathematical model, density

**For citation:** Portnyagin D.G., Ivanov R.O. Thermal Protection of School Building Enclosure (Bely Yar School for 1000 places, Republic of Khakassia). Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 193–207. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-193-207. EDN: UCYDVK

## Введение

Все здания и сооружения в Российской Федерации обязаны выполнять требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям, которые указаны в Федеральном законе № 261 от 2009 г.<sup>1</sup> и СП 50.13330.2024<sup>2</sup>. В техническом регла-

<sup>1</sup> Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902186281> (дата обращения: 19.07.2024).

<sup>2</sup> СП 50.13330.2024. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1306326592> (дата обращения: 19.07.2024).

менте о безопасности зданий и сооружений устанавливаются определенные требования к качеству выполнения строительных работ и проектированию. От свойств теплозащиты наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений зависит не только качество воздуха, но и микроклимат в помещениях [1–7].

На обогрев и охлаждение зданий уходит 44 % тепловой энергии. Основная доля этой энергии (90 %) приходится на эксплуатационный период зданий. Производство стройматериалов и выполнение строительных работ составляют соответственно 8 и 2 % общего энергопотребления [8].

Неэффективные проекты по теплоизоляции ограждающих конструкций зданий могут привести к потерям тепловой энергии в помещениях до 40 % [9]. Кроме того, недостаточное утепление стеновых ограждающих конструкций увеличивает теплотери через так называемые мостики холода.

Результаты проведенных экспериментов [10] подтверждают необходимость утепления узлов примыкания стен к перекрытиям. В связи с этим в настоящей статье рассматриваются два варианта конструктивных решений чердачного и цокольного узлов ограждающих конструкций, направленных на повышение их теплозащитных свойств. Исследуемые узлы относятся к следующему объекту: «Школа на 1000 мест в селе Белый Яр, Алтайский район, Республика Хакасия» (рис. 1).



*Рис. 1. Участок строительства школы в с. Белый Яр. Вид со спутника*  
*Fig. 1. School construction site in Bely Yar village. View from satellite*

При анализе СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» можно сделать вывод, что теплотехнический расчет ограждающих конструкций имеет недостатки, в частности отсутствуют данные о коэффициентах теплоотдачи внутренних поверхностей полов и потолков.

Особенностью ограждающих конструкций зданий является то, что они содержат множество теплонапряженных элементов, таких как оконные проемы, участки соединения стен с перекрытиями, и другие подобные элементы.

В реальной практике проектирования часто не учитывается воздействие краевых зон ограждающих элементов на тепловую защиту и энергоэффективность зданий.

### Постановка задачи

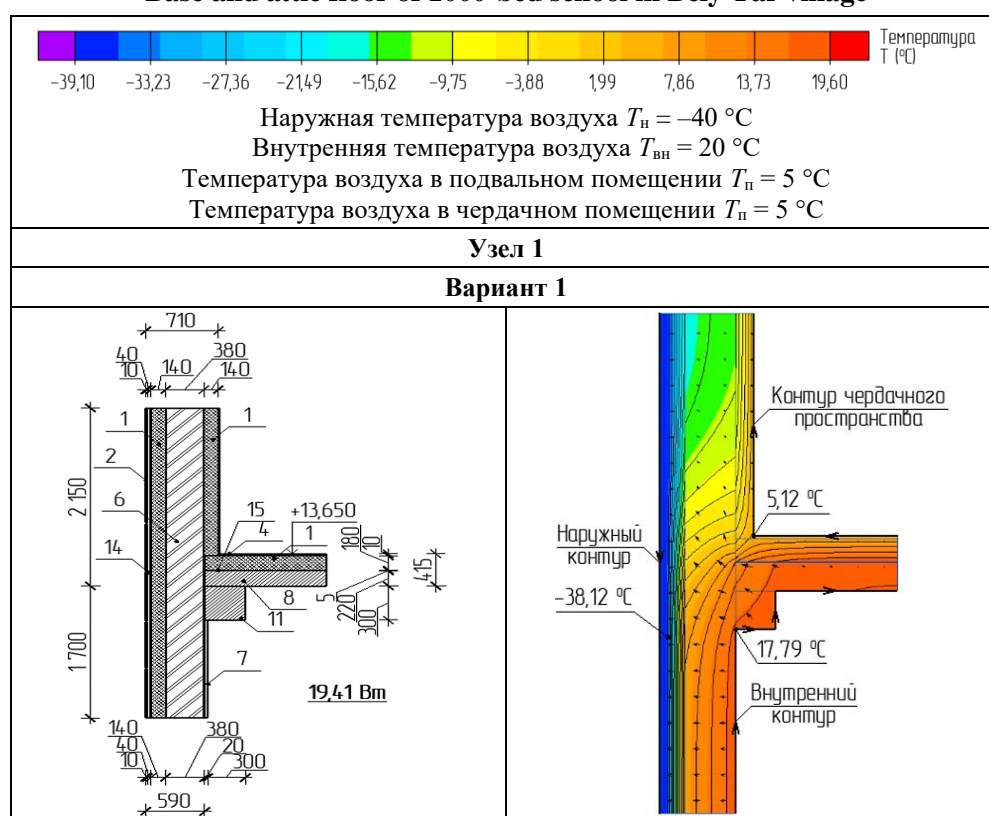
Многослойные ограждающие конструкции применяются для понижения тепловых потерь зданий. Примером такой конструкции может служить многослойная система, включающая кирпичную кладку, теплоизоляционный слой, воздушную прослойку и фасадную керамогранитную плиту (табл. 1).

Таблица 1

**Цокольный узел и узел чердачного перекрытия школы на 1000 мест  
в с. Белый Яр Алтайского района Республики Хакасия**

Table 1

**Base and attic floor of 1000-bed school in Bely Yar village**

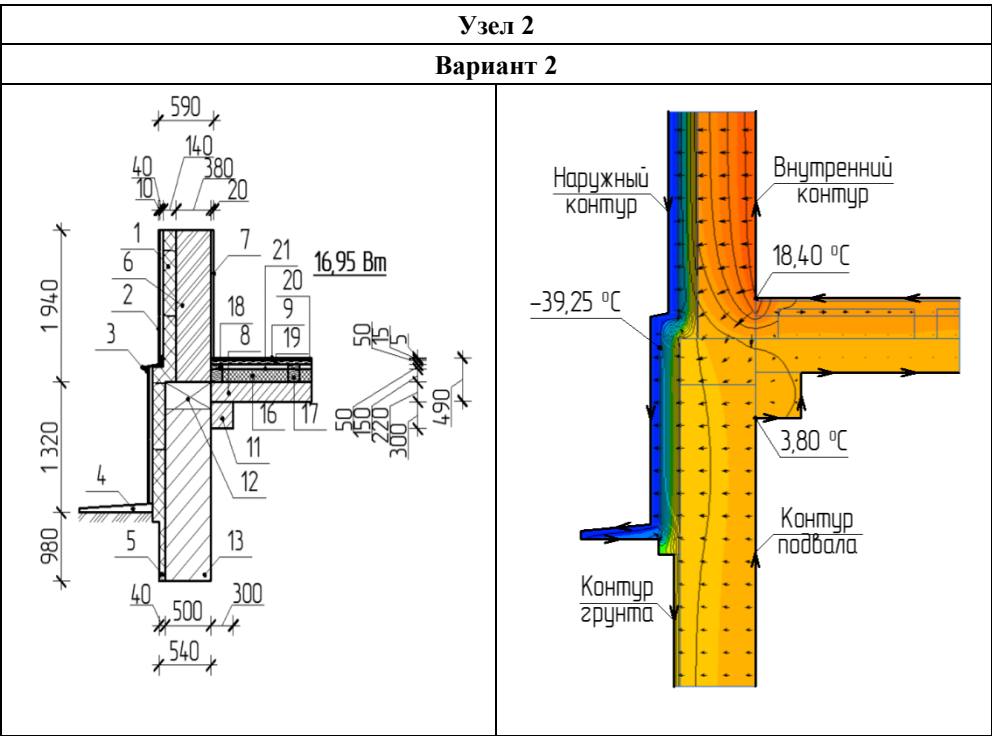


Continuation

Вестник ТГАСУ. 2025. Т. 27. № 3



Окончание табл. 1  
End of table 1



Примечание. Расчетные характеристики материалов выбранных узлов здания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные характеристики материалов выбранных узлов здания

Table 2

Design parameters of materials for selected building units				
№ п/п	Материал	Толщина слоя, мм	Плотность материала, кг/м³	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
1	Утеплитель минераловатный	140	80	0,042
2	Фасадная керамогранитная плита	10	2800	3,49
3	Металлический фартук	2	2600	221
4	Цементно-песчаный раствор	20	1800	0,90
5	Пенополистирол	40	30	0,038
6	Кладка из керамического кирпича	380	1800	0,56
7	Штукатурка (цементно-песчаный раствор)	20	1800	0,90
8	Ж/б перекрытие	220	2500	1,69

Окончание табл. 2

End of table 2

№ п/п	Материал	Толщина слоя, мм	Плотность материала, кг/м <sup>3</sup>	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
9	Напольное покрытие (линолеум)	5	1800	0,35
10	Стяжка цементно-песчаная	15	1800	0,58
11	Ж/б балка	300	2500	1,69
12	Монолитный ж/б пояс	300	2500	1,69
13	Монолитная ж/б стена	500	2500	1,69
14	Воздушная прослойка	40	1,225	10
15	Гидроизоляция битумная	5	1400	0,27
16	Утеплитель минераловатный	150	80	0,042
17	Лаги: брус 150×150 мм	150	500	0,15
18	Контррейка: доска 150×50 мм	50	520	0,15
19	Пол: доска 150×50 мм	50	520	0,15
20	Фанера	15	650	0,15
21	Пароизоляционная пленка	0,22	45	0,035

Определение теплозащитных свойств наружной ограждающей конструкции [11] необходимо для проверки ее соответствия требованиям нормативных документов. Кроме того, нужно определить текущие потери тепловой энергии в реальном времени и изучить возможные способы повышения тепловой изоляции здания. Подобные исследования уже ранее выполнялись [12], но для дальнейшего повышения энергетической эффективности исследуемой конструкции следует изучить вероятность появления мостиков холода и предложить способы их устранения.

#### Выявление теплопотерь узлов здания

Чтобы оценить энергоэффективность здания, были выбраны цокольный узел и узел чердачного перекрытия школы на 1000 мест в с. Белый Яр Алтайского района Республики Хакасия (табл. 1):

1. Узел 1 – чердачный узел. Отображает сопряжение плиты перекрытия потолка с кирпичной стеной. Состоит из следующих элементов: кирпичная стена, минераловатный утеплитель, воздушная прослойка, фасадная керамогранитная плита, штукатурка ЦПР, ж/б балка, ж/б плита перекрытия, гидроизоляция битумная, цементно-песчаный раствор.

2. Узел 2 – цокольный узел. Отображает сопряжение плиты перекрытия пола с кирпичной стеной. Состоит из следующих элементов: фундаментная монолитная стена, ж/б балка, ж/б плита перекрытия, кирпичная стена, минераловатный утеплитель, воздушная прослойка, пенополистирол, фасадная керамогранитная плита, металлический фартук, штукатурка ЦПР, ЦПС, линолеум.

Определение значений мощности теплового потока для каждого элемента, который проводит тепло, выполнялось при помощи программного комплекса ELCUT.

В данной работе двумерные температурные поля в наиболее теплонапряженных узлах, расположенных в стеновых углах здания, были учтены при помощи математического моделирования процессов теплопередачи методом конечных элементов (МКЭ), который позволяет определить теплотехнические характеристики и построить графики температурного покрытия.

Расчетные значения температуры воздуха и коэффициенты конвективного теплообмена на поверхностях имеют следующие значения:

- 1) температура воздуха внутри помещения  $T_v = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) нормируемая расчетная температура наружного воздуха для Республики Хакасия, г. Абакан  $T_n = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 3.1 СП 131.13330.2020);
- 3) коэффициент конвективного теплообмена на поверхности стены внутри помещения –  $8,7\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ;
- 4) коэффициент конвективного теплообмена на внешней поверхности стены –  $23\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ;
- 5) температура воздуха в чердачном помещении  $T_{\text{ч}} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 6) температура воздуха в подвальном помещении  $T_{\text{п}} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Данные коэффициенты приняты по СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий».

В результате проведенного расчета были выявлены температурные поля цокольного узла и узла чердачного перекрытия (см. табл. 1). Полученные теплотехнические характеристики для контуров приведены в табл. 3–6.

Таблица 3

### Теплотехнические характеристики по внутреннему контуру

Table 3

#### Thermal properties of the internal circuit

Модель (узел)	Тепловой поток, Вт	Соотношение, %	Экономия тепла, %	Средняя температура поверхности $T_{\text{ср}}$ , $^{\circ}\text{C}$
Узел 1				
Вариант 1	19,41	100	–	17,79
Вариант 2	14,24	73,36	26,64	18,36
Узел 2				
Вариант 1	20,76	100	–	17,63
Вариант 2	16,95	81,65	18,35	18,40

Выявлено, что температура поверхности на стыке стены и плиты перекрытия цокольного узла возрастает до значения  $18,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а на стыке стены и плиты перекрытия чердачного узла – до  $18,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однако, если посмотреть температурные значения по контуру подвала и контуру чердачного помещения, выявляется уменьшение температуры углов до  $3,80$  и  $4,59\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно (см. табл. 1).

Таблица 4

Теплотехнические характеристики по наружному контуру

Table 4

**Thermal properties of the external circuit**

Модель (узел)	Тепловой поток, Вт	Соотношение, %	Экономия тепла, %	Средняя температура поверхности $T_{ср}$ , °С
Узел 1				
Вариант 1	11,31	100	–	–38,12
Вариант 2	11,31	100	0	–38,12
Узел 2				
Вариант 1	18,26	100	–	–39,25
Вариант 2	18,26	100	0	–39,25

Таблица 5

Теплотехнические характеристики по контуру чердачного пространства

Table 5

**Thermal properties of attic space contour**

Модель (узел)	Тепловой поток, Вт	Соотношение, %	Экономия тепла, %	Средняя температура поверхности $T_{ср}$ , °С
Узел 1				
Вариант 1	4,69	100	–	5,12
Вариант 2	1,74	37,10	62,90	4,59

Таблица 6

Теплотехнические характеристики по контуру подвала

Table 6

**Thermal properties of base contour**

Модель (узел)	Тепловой поток, Вт	Соотношение, %	Экономия тепла, %	Средняя температура поверхности $T_{ср}$ , °С
Узел 2				
Вариант 1	9,84	100	–	5,29
Вариант 2	6,17	62,70	37,30	3,80

Также удалось получить температурные значения утеплителя стены по уличной стороне. В цокольном узле значение температуры составляет минус 39,25 °С, а в чердачном узле – минус 38,12 °С. Разница значений для узла чердачного перекрытия составила 1,88 °С, для цокольного узла – 0,75 °С. Это объясняется направлением теплового потока из внутренней части здания к наружной.

Полученные значения тепловых потоков для контуров здания (табл. 3 и 4) имеют различия. Они обусловлены неодинаковыми площадями внутреннего и внешнего контуров здания (см. табл. 1). Кроме того, при расчете теплового потока по наружному контуру учитываются тепловые потери через подвальное и чердачное помещения. Тепловой поток по внутреннему контуру составляет 19,41 Вт для узла чердачного перекрытия и 20,76 Вт – для цокольного узла (табл. 3).

Графики температуры поверхности по контурам представлены на рис. 2–7.

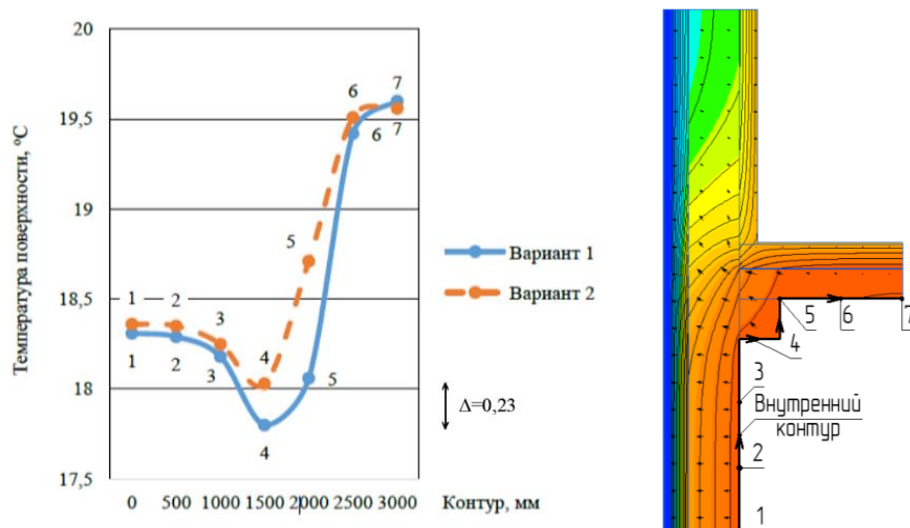


Рис. 2. Узел 1: график температуры поверхности по внутреннему контуру  
Fig. 2. Unit 1: surface temperature along the inner contour

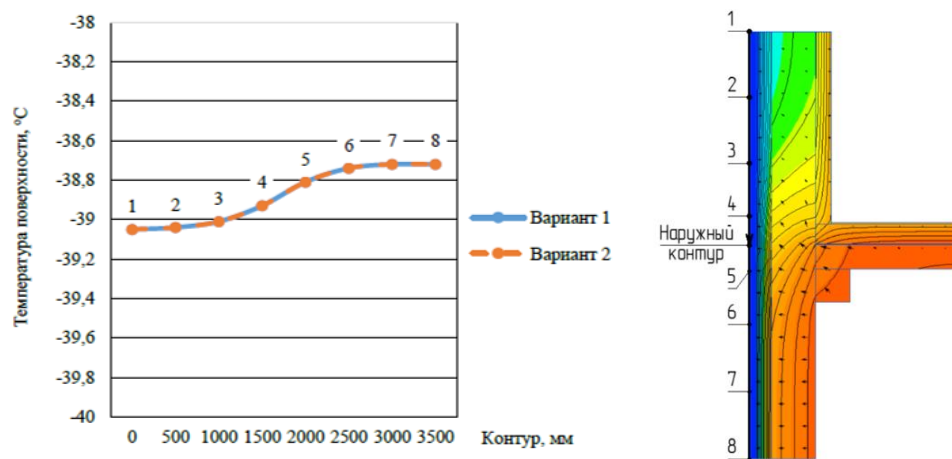


Рис. 3. Узел 1: график температуры поверхности по наружному контуру  
Fig. 3. Node 1: surface temperature graph along the outer contour

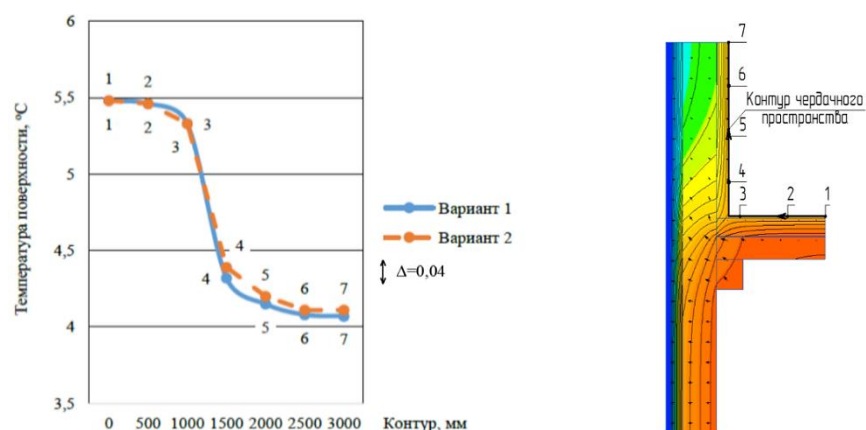


Рис. 4. Узел 1: график температуры поверхности по контуру чердачного пространства  
Fig. 4. Unit 1: surface temperature along the attic contour

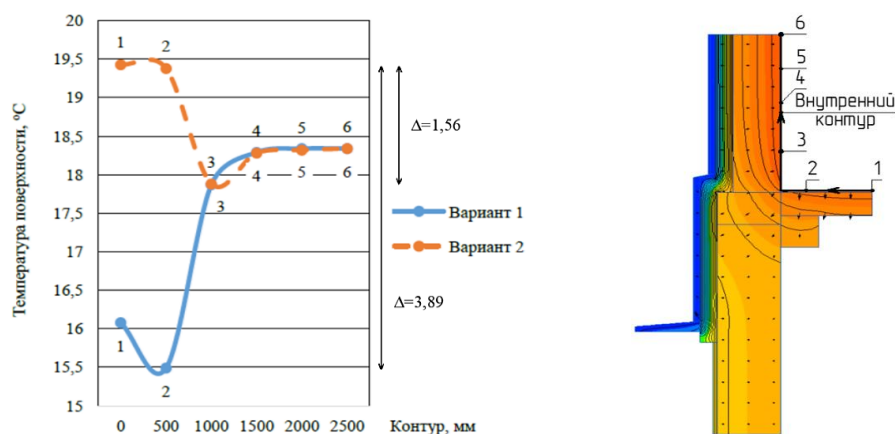


Рис. 5. Узел 2: график температуры поверхности по внутреннему контуру  
Fig. 5. Unit 2: surface temperature along the inner contour

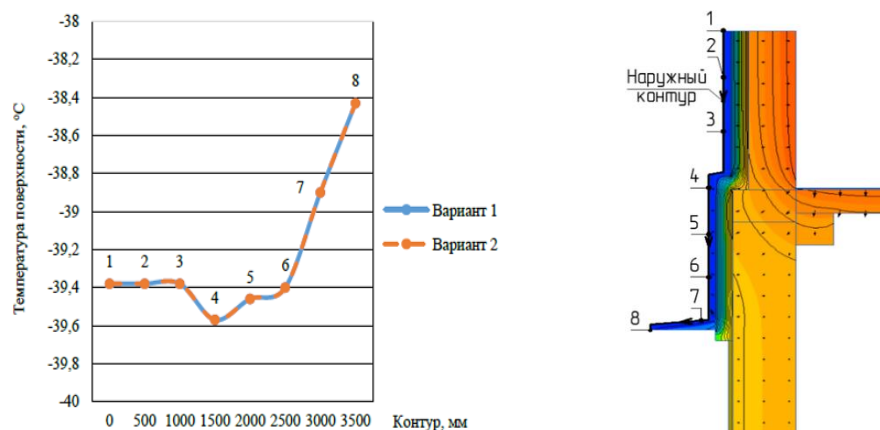


Рис. 6. Узел 2: график температуры поверхности по наружному контуру  
Fig. 6. Unit 2: surface temperature along the outer contour

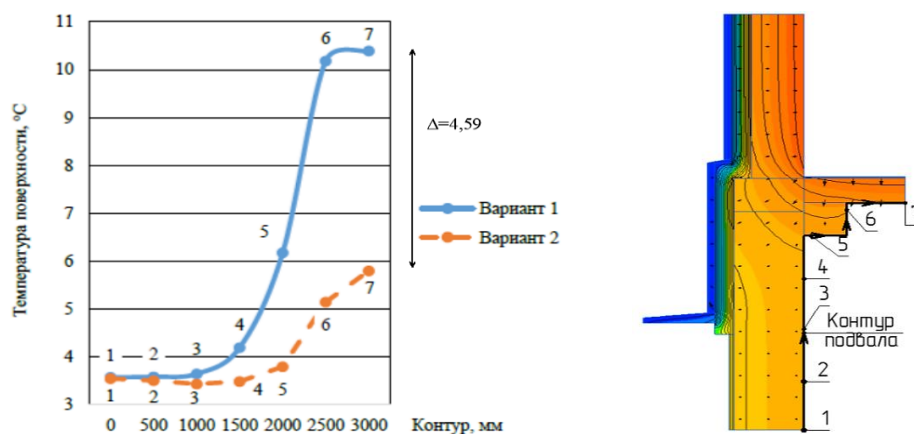


Рис. 7. Узел 2: график температуры поверхности по контуру подвала  
Fig. 7. Unit 2: surface temperature along base contour

### Результаты

При выполнении дополнительного утепления потолка и пола наблюдается стабильность теплового потока по наружному контуру. Однако в направлениях «помещение – чердак» и «помещение – подвал» происходит значительное снижение теплового потока: до 26,64 % для «помещение – чердак» и 18,35 % для «помещение – подвал» (см. табл. 3). Из этого следует, что дополнительное утепление потолка и пола не оказывает никакого влияния на потери тепла из внутреннего помещения наружу, но способствует их снижению в направлениях «помещение – чердак» и «помещение – подвал». Также выявлено, что внутреннее температурное значение поверхности на стыке стены и плиты перекрытия чердачного узла возрастает с 17,79 до 18,36 °С, в цокольном узле – с 17,63 до 18,40 °С (см. табл. 3). Это подтверждает эффективность теплоизоляции пола, которая позволяет значительно устранить мостики холода. Также снижается тепловой поток от 1-го этажа к подвалу, что приводит к снижению температуры на стыке угла с 5,29 до 3,80 °С (табл. 6). Температура угловой поверхности чердачного пространства снижается с 5,12 до 4,59 °С (см. табл. 5).

При выполнении дополнительного утепления потолка (см. табл. 1, узел 1, вариант 2), согласно данным графика (см. рис. 2), видно, что температура по внутреннему контуру по сравнению с базовым вариантом 1 (табл. 1, узел 1, вариант 1) повышается, что приводит к сокращению тепловых потерь в направлении «помещение – чердак».

График (см. рис. 3) демонстрирует, что выполнение дополнительного утепления потолка (см. табл. 1, узел 1, вариант 2) не оказывает влияния на температуру поверхности по наружному контуру, и тепловой поток остается неизменным.

На графике рис. 4 отмечено незначительное повышение температуры поверхности при выполнении дополнительного утепления потолка (см. табл. 1, узел 1, вариант 2) в месте примыкания потолка к стене по сравнению с базовым вариантом (см. табл. 1, узел 1, вариант 1).



При выполнении утепления пола (см. табл. 1, узел 2, вариант 2) по данным графика (рис. 5) видно, что в отличие от первоначального варианта 1 (см. табл. 1, узел 2, вариант 1) наблюдается значительное повышение температуры на поверхности внутреннего контура. Это способствует уменьшению тепловых потерь в направлении «помещение – подвал».

Согласно графику на рис. 6, можно сделать вывод, что выполнение утепления пола (см. табл. 1, узел 2, вариант 2) не оказывает влияния на температуру поверхности наружного контура, и тепловой поток остается неизменным.

На графике рис. 7 отмечено понижение температуры поверхности по контуру подвала при выполнении утепления пола (см. табл. 1, узел 2, вариант 2) по сравнению с базовым вариантом 1 (см. табл. 1, узел 2, вариант 1). Это свидетельствует о том, что поверхность угла подвала не нагревается тепловыми потоками из помещения.

### Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выполнение дополнительного утепления потолка чердачного узла и пола цокольного узла позволяет сократить теплопотери из помещения на 26,64 и 18,35 % соответственно.

2. В результате выполнения дополнительного утепления удалось добиться снижения теплового потока от внутреннего контура к подвалу, что привело к понижению температуры поверхности угла до 3,80 °С при температуре внутреннего воздуха помещения 20 °С. Также зафиксировано понижение температуры угловой поверхности чердачного пространства до 4,59 °С.

3. При анализе перемещения теплового потока из помещения к облицовочной части здания через поперечное сечение плиты перекрытия выявлена разница температур, которая составляет 1,88 °С для узла чердачного перекрытия и 0,75 °С – для цокольного узла.

4. Для минимизации теплопотерь через пол цокольного узла рекомендуется выполнить утепление плиты перекрытия над подвалом.

5. Отмечено повышение температуры поверхности примыкания потолка к стене с 17,79 до 18,36 °С и примыкания пола к стене с 17,63 до 18,40 °С.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бахмисова М.А., Гоник Е.Г., Сакмарова Л.А. Расчет многослойной ограждающей конструкции стены при воздействии внешних сил и температуры // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2024. № 2 (60). С. 60–70. DOI: 10.37972/chgpu.2024.60.2.005. EDN: BRASJN
2. Бирюкова А.Б., Гридин С.В. Моделирование и прогнозирование потребления тепловой энергии с использованием погодных данных // Информатика и кибернетика. 2024. № 1. С. 5–16. EDN: EDDDVZ
3. Туснина В.М. Численное исследование тепловой эффективности внешних стен с теплопроводящими включениями // Международный журнал по вычислительному гражданскому и строительному проектированию. 2023. № 1. С. 155–167. DOI: 10.22337/2587-9618-2023-19-1-155-167. EDN: JZZWLR

4. Зубарев К.П. Учет влажности для повышения точности расчета теплопотерь здания // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций. 2024. № 1. С. 154–161. DOI: 10.22337/2587-9618-2024-20-1-154-161. EDN: JRMBOX
5. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Применение теории потенциала влажности к моделированию нестационарного влажностного режима ограждений // Вестник МГСУ. 2019. № 4. С. 484–495. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.4.484-495. EDN: ZGXMTR
6. Кокшарова Д.С. Повышение энергоэффективности фасадных стеновых конструкций // Экономика и предпринимательство. 2022. № 2 (139). С. 1144–1148. DOI: 10.34925/EIP.2022.139.2.229. EDN: CZTDLK
7. Бардыш Е.А. Повышение эффективности энергоэффективных вентилируемых фасадов // Экономика и предпринимательство. 2022. № 8 (145). С. 1065–1069. DOI: 10.34925/EIP.2022.145.8.218. EDN: HTAQEW
8. Лысов В.И., Циганков А.В., Шилин А.С. Энергопотребление для охлаждения зданий // Вестник Международной академии холода. 2019. № 3. С. 38–44. DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-3-38-44. EDN: SVVWNO
9. Портнягин Д.Г. Повышение теплозащиты узлов ограждающих конструкций зданий с применением пеностеклокристаллического материала // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 8. С. 56–67. DOI: 10.5862/MCE.60.7. EDN: VBPWEB
10. Чеснокова О.Г., Журбенко М.Д., Торгашина С.Н., Кургузов А.И. Предложения по теплоизоляции пола в помещениях первого этажа, расположенных над холодным подвалом // Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. 2024. № 2 (48). С. 24–28. DOI: 10.52684/2312-3702-2024-48-1-24-28. EDN: IVTIEC
11. Чернухин С.П., Жерлыкина М.Н., Кретов М.А. Анализ теплоизоляционных характеристик стен с помощью термоизображения // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2023. № 4 (27). С. 40–52. DOI: 10.36622/VSTU.2023.29.89.004. EDN: HQUQXH
12. Ватин Н.И., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Влияние теплозащиты ограждающих конструкций здания на величину теплопотерь в здании // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8. С. 4–14. DOI: 10.5862/MCE.34.1. EDN: PJWLEX

## REFERENCES

1. Bakhmisova M.A., Gonik E.G., Makarova L.A. Multilayer Wall Structural Analysis under External Forces and Temperature. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.Ya. Yakovleva*. 2024; 2 (60): 60–70. (In Russian)
2. Biryukova A.B., Gridin S.V. Modeling and Prediction of Heat Energy Consumption based on Weather Conditions. *Informatika i kibernetika*. 2024; (1): 5–16. (In Russian)
3. Tusnina V.M. Numerical Investigation of Thermal Efficiency of External Walls with Heat-Conducting Inclusions. *Mezhdunarodnyi zhurnal po vychislitel'nomu grazhdanskomu i stroitel'nomu proektirovaniyu*. 2023; (1): 155–167. (In Russian)
4. Zubarev K.P. Accounting for Humidity for Calculation Accuracy of Heat Loss in Building. *Mezhdunarodnyi zhurnal po vychislitel'nomu grazhdanskomu i stroitel'nomu proektirovaniyu*. 2024; (1): 154–161. (In Russian)
5. Gagarin V.G., Zubarev K.P. Application of Moisture Potential Theory to Non-Stationary Humidity Modeling of Fences. *Vestnik MGSU*. 2019; (4): 484–495. (In Russian)
6. Koksharova D.S. Energy Efficiency Improvement of Facade Wall Structures. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2022; 2 (139): 1144–1148. (In Russian)
7. Berdysh E.A. Efficiency Improvement of Energy-Efficient Ventilated Facades. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2022; 8 (145): 1065–1069. (In Russian)
8. Lysov V.I., Tsygankov A.V., Shilin A.S. Energy Consumption for Cooling Buildings. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019; (3): 38–44. (In Russian)
9. Portnyagin D.G. Increasing Thermal Protection of Building Envelope Units using Foam Glass-Crystalline Material. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal*. 2015; (8): 56–67. (In Russian)
10. Chesnokova O.G., Zhurbenko M.D., Torgashina S.N., Kurguzov A.I. Thermal Insulation of First Floor Above Cold Basement. *Astrakhanskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet*. 2024; 2 (48): 24–28. (In Russian)

11. Chernukhin S.P., Zherlykina M.N., Kretov M.A. Analysis of Thermal Insulation Properties of Walls using Thermal Imaging. *Zhilishchnoe khozyaistvo i kommunal'naya infrastruktura*. 2023; 4 (27): 40–52. (In Russian)
12. Vatin N.I., Nemova D.V., Rymkevich P.P., Gorshkov A.S. Influence of Thermal Protection of Building Enclosure on Building Heat Loss. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal*. 2012; (8): 4–14. (In Russian)

#### **Сведения об авторах**

*Портнягин Денис Геннадьевич*, канд. техн. наук, доцент, Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, 655017, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, my4455@yandex.ru

*Иванов Роман Олегович*, магистрант, Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, 655017, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, romanivanov1998@mail.ru

#### **Authors Details**

*Denis G. Portnyagin*, PhD, A/Professor, Khakass Technical Institute, Siberian Federal University Affiliate, Abakan, Russia, 27, Shchetinkina Str., 655017, Abakan, Russia, my4455@yandex.ru

*Roman O. Ivanov*, Graduate Student, Khakass Technical Institute, Siberian Federal University Affiliate, Abakan, Russia, 27, Shchetinkina Str., 655017, Abakan, Russia, romanivanov1998@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 27.02.2025  
Одобрена после рецензирования 18.04.2025  
Принята к публикации 27.05.2025

Submitted for publication 27.02.2025  
Approved after review 18.04.2025  
Accepted for publication 27.05.2025

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

---

## CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 208–219.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 208–219.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

### НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 699:86:519.86

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-208-219

EDN: XFZSRD

### ВЗАИМОСВЯЗАННЫЙ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В НАРУЖНОЙ СТЕНЕ ИЗ ГАЗОБЕТОНА СО СЛОЯМИ ШТУКАТУРНОГО РАСТВОРА НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТЯХ

**Николай Александрович Цветков, Александр Витальевич Толстых,  
Юлия Николаевна Дорошенко, Альвирт Альвиртович Абдулин**

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

**Аннотация.** На сегодняшний день все большую важность приобретает использование ограждающих конструкций зданий, выполненных из ячеистых бетонов, т. к. они обладают хорошими конструкционными характеристиками и высокими теплозащитными свойствами.

**Актуальность.** Тепловлажностный режим ограждающих конструкций из газобетона оказывает определяющее влияние на их прочностные и теплозащитные характеристики, поэтому актуальным является исследование, направленное на выяснение закономерностей тепловлагопереноса в газобетонных стенах с учетом влияния штукатурных слоев.

**Цель.** Выполнение анализа долгосрочной динамики тепловлажностного режима газобетонных стен с учетом влияния штукатурных покрытий, наносимых в разные этапы эксплуатации ограждающих конструкций.

**Результаты.** Приведены результаты численного моделирования нестационарных процессов тепловлагопереноса в плоской однородной стене из газобетона марки D400 с различными вариантами наружной и внутренней штукатурки для климата г. Томска.

Расчеты показали, что наружный штукатурный слой, нанесенный в начале эксплуатации, может привести к значительному накоплению влаги, тогда как внутренний штукатурный слой, нанесенный в начале эксплуатации стены, не оказывает заметного влияния на тепловлажностный режим ограждающей конструкции. Получены результаты, отражающие влияние различных вариантов оштукатуривания на положение максимума влаго-

содержания в стене из газобетона. Показано, что наружное оштукатуривание стены из газобетона, в том числе и выполненное по истечении первого года эксплуатации, приводит к избыточному увлажнению на наружной поверхности в холодный период в связи с процессами конденсации влаги в зоне стабильно низких температур.

**Ключевые слова:** стена из газобетона, штукатурный слой, ограждающие конструкции, тепловлагодперенос, влагоперенос, тепловлажностный режим, средняя влажность, поток влаги, сопротивление теплопередаче, координата максимального увлажнения

**Финансирование:** работа выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» Министерства науки и высшего образования РФ (грант в форме субсидии: соглашение от 06.06.2024 № 075-15-2024-234).

**Для цитирования:** Цветков Н.А., Толстых А.В., Дорошенко Ю.Н., Абдулин А.А. Взаимосвязанный тепло- и массоперенос в наружной стене из газобетона со слоями штукатурного раствора на ее поверхностях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 208–219. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-208-219. EDN: XFZSRD

## ORIGINAL ARTICLE

### CORRELATION BETWEEN HEAT AND MASS TRANSFER IN FOAM CONCRETE EXTERNAL WALL COVERED WITH PLASTER MORTAR

Nikolai A. Tsvetkov, Aleksandr V. Tolstykh, Yuliya N. Doroshenko, Alvirt A. Abdulin

*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

**Abstract.** Building wall structures made of foam concrete are becoming more and more popular due to their structural qualities and excellent thermal protection. The heat and moisture regime of wall structures made of foam concrete has a decisive effect on their strength and heat protection properties.

**Purpose:** The aim of this work is to clarify the heat and moisture transfer in foam concrete walls taking into account the influence of plaster layers deposited.

**Methodology/approach:** Numerical modeling is conducted for non-stationary heat and moisture transfer in a flat homogeneous wall composed of D400 aerated concrete with various exterior and interior plastering options for climatic conditions in Tomsk. Calculations show that the plaster mortar applied to the wall, results in a significant buildup of moisture, while the internal plaster mortar applied, has no discernible impact on the heat and moisture transfer of the wall structure.

**Research findings:** It is shown the influence of different plastering options on the position of the maximum moisture content in the wall made of foam concrete. The external walls coated with plaster mortar, including those performed after the first year of operation, demonstrate excessive moisture on the outer surface during the cold period due to the moisture condensation in the range of consistently low temperatures.

**Keywords:** foam concrete wall, plaster layer, enclosing structure, heat and moisture transfer, heat and moisture regime, average humidity, heat transfer resistance, maximum moisture coordinate

**Funding:** The work was carried out under the Strategic Academic Leadership Program “Priority-2030” and financially supported by Grant No. 075-15-2024-234 from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

**For citation:** Tsvetkov N.A., Tolstykh A.V., Doroshenko Yu.N., Abdulin A.A. Correlation Between Heat and Mass Transfer in Foam Concrete External Wall Covered with Plaster Mortar. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 208–219. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-208-219. EDN: XFZSRD

### Введение

Хорошие конструкционные характеристики и высокие теплозащитные свойства ячеистых бетонов являются основанием для их использования в ограждающих конструкциях зданий. Применение в современных зданиях пористого бетона обеспечивает относительно низкую стоимость капитального строительства, необходимую прочность [1] возводимых конструкций в сочетании с требуемой энергоэффективностью [2].

Избыточное накопление влаги в порах газобетона может послужить фактором, приводящим к увеличению потерь тепловой энергии и к нарушению целостности ограждающих конструкций. Авторы [3] выполнили исследование тепловлажностных режимов при возникновении трещин в газобетоне. Отмечено, что накопление влаги с большей интенсивностью характерно для трещиноватых газобетонных конструкций. Эксперименты, описанные в работе [4], связывают повышение коэффициента текущей теплопроводности в газобетоне с избыточным накоплением сверхсорбционной влаги в его порах. В основе большинства расчетных оценок влияния штукатурных слоев на тепловлажностные режимы, реализующиеся при эксплуатации стен из газобетона, лежат аналитические достаточно упрощенные подходы. Так, в работе [2] оценивается влияние растворных швов в стене из газобетонных блоков на ее теплозащитные характеристики без учета возможного влагопереноса. Приведенные в исследованиях [5, 6, 7] расчеты и оценки, учитывающие перенос влаги в ограждающих конструкциях, которые были выполнены с использованием упрощенных методов, нуждаются в дальнейшем уточнении и апробации. В работе [8], используя программный комплекс Comsol Multiphysics, авторы выполнили численное исследование тепловлажностного режима газобетонных стен в условиях тропического климата. Результаты моделирования позволили выявить связь избыточной влажности с просадкой балконных плит, растрескиванием стен и обрушением зданий. Авторы [9, 10] разработали новые подходы к моделированию совместного тепловлагопереноса в пористых строительных конструкциях на основе постоянно пополняющихся экспериментальных данных.

Для прогнозирования избыточного накопления влаги и соответствующего снижения теплозащитных свойств ограждающих конструкций из газобетона целесообразно выполнять комплексное численное моделирование процессов совместного тепловлагопереноса на основании известных данных экспериментов и расчетных моделей, предусматривающих учет взаимного влияния переменных коэффициентов паропроводности и влагопроводности [11, 12].

Результаты исследований по влиянию наружных слоев штукатурного раствора на интенсивность переноса влаги в фасадных системах ограждающих конструкций представлены в работах [7, 13].

Целью настоящей статьи является исследование многолетнего тепловлажностного состояния газобетонных стен с учетом влияния штукатурных

слоев, которые могут быть нанесены в различные моменты времени при эксплуатации этих ограждающих конструкций.

### Материалы и методы исследования

Численное моделирование совместных процессов переноса тепла и влаги выполнялось для автоклавного газобетона марки D400 на основе одномерных нестационарных уравнений и граничных условий, соответствующих климатическим характеристикам г. Томска [11, 14]. При определении теплопроводности пористого бетона была учтена ее двухпараметрическая зависимость от удельного влагосодержания и от текущей температуры [11].

Влияние наружного и внутреннего штукатурных слоев обеспечивалось соответствующими значениями коэффициентов сопротивления паропрооницанию, которые принимались следующими:

– на внутренней поверхности стены из газобетона  $R_{\text{пв}}' = 0,069 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$  (толщина штукатурки 5 мм);

– на наружной поверхности стены из газобетона  $R_{\text{пн}}' = 0,096 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$  (толщина штукатурки 10 мм) или  $R_{\text{пн}}' = 0,263 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$  (толщина штукатурки 30 мм).

Ввиду незначительной толщины штукатурных слоев их тепловым сопротивлением можно пренебречь при выполнении численных расчетов полей температур, влагосодержания и влагопотоков (рис. 1–4). На оси ординат графиков численные обозначения соответствуют началу эксплуатации или месяцам 1-го, 2-го или 3-го года эксплуатации: 0, 12, 24, 36 – июлю; 3, 15, 27 – октябрю; 6, 18, 30 – январю; 9, 21, 33 – апрелю.

На рис. 1–4 представлены 5 графических зависимостей для различных вариантов оштукатуривания:

00 – полное отсутствие штукатурных слоев;

10 – штукатурный слой на внутренней поверхности, нанесенный в начале ввода в эксплуатацию стены из газобетона;

11 – штукатурные слои на внутренней и наружной поверхностях, нанесенные на стены из газобетона (толщина наружного слоя 10 мм);

101 – штукатурный слой на внутренней поверхности, нанесенный в начале ввода в эксплуатацию стены из газобетона, и на наружной поверхности, нанесенный через 11 мес. после ввода в эксплуатацию (толщина наружного слоя 10 мм);

102 – штукатурный слой на внутренней поверхности, нанесенный в начале ввода в эксплуатацию, и на наружной поверхности, нанесенный через 11 мес. после ввода в эксплуатацию (толщина наружного штукатурного слоя 30 мм).

### Результаты

На рис. 1 представлены зависимости среднего удельного влагосодержания от времени с начала ввода в эксплуатацию стены из газобетона. В начальный период интенсивной сушки ограждающей конструкции продолжительностью около 13 мес. средняя влажность стены будет максимальной из всех рассмотренных вариантов оштукатуривания в том случае, если штукатурные слои



были нанесены как на внутреннюю, так и на наружную поверхности в начале ввода в эксплуатацию. Следует отметить, что наружная штукатурка, даже при толщине 30 мм, не вызывает существенного увеличения влажности.

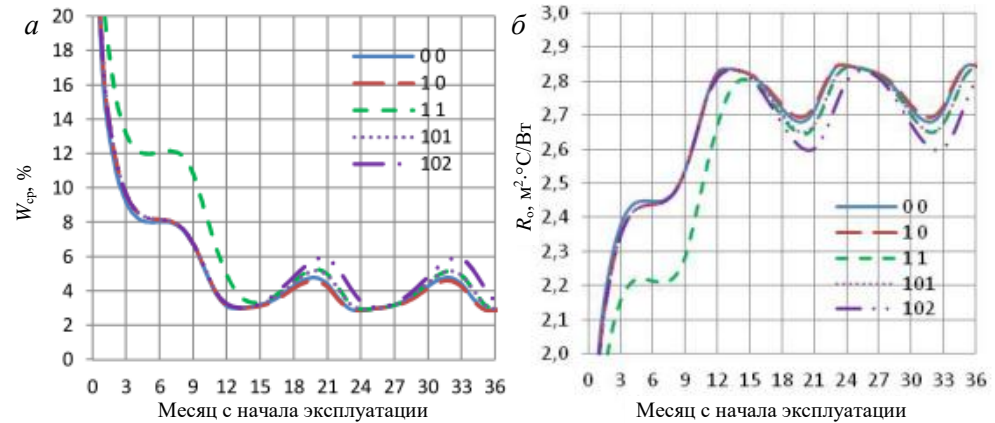


Рис. 1. Среднее влагосодержание стены из газобетона (а) и ее сопротивление теплопередаче (б) для различных вариантов оштукатуривания

Fig. 1. Average moisture content of the foam concrete wall (a) and its resistance to heat transfer (b) for different plastering options

Избыточное влагосодержание, характерное для начального периода ввода в эксплуатацию ограждающих газобетонных конструкций, приводит к заметному ослаблению их теплозащитных функций (рис. 1, б). По завершении первого года с начала эксплуатации сопротивление теплопередаче достигает максимального значения, соответствующего наиболее высоким температурам наружного воздуха. В дальнейшем наблюдаются периодические колебания сопротивления теплопередаче с максимумами в июле – августе и минимумами в марте. При этом наличие наружного штукатурного слоя толщиной 30 мм приводит к смещению максимума сопротивления теплопередаче к августу. Как и осредненная по толщине влажность, сопротивление теплопередаче незначительно меняется с увеличением коэффициента сопротивления паропрооницанию на наружной поверхности стены при оштукатуривании. Максимальное уменьшение сопротивления теплопередаче в марте – апреле не превышает 4–5 %.

Характеристики влагообмена для внутренней поверхности газобетонной стены можно оценить по графикам на рис. 2. Оштукатуривание внутренней и наружной поверхностей не вызывает значимого увеличения влагосодержания на поверхности, контактирующей с внутренним воздухом, а также обеспечивает большой поток влаги от поверхности к внутреннему воздуху при высыхании в конце первого года эксплуатации. В летние месяцы влагопоток значительно превышает аналогичные значения для других вариантов оштукатуривания.

Результаты, представленные на рис. 3, показывают, что наличие внутреннего и наружного штукатурных слоев с начала эксплуатации заграждения приводит к значительному росту влажности на наружной поверхности стены, которая в декабре первого года эксплуатации превосходит аналогичные величины для других вариантов в 4 раза. Амплитуда изменений потока влаги через наруж-

ную поверхность (при наличии внутреннего и наружного штукатурных слоев) в течение первого года эксплуатации также существенно превосходит аналогичные величины, полученные для других вариантов оштукатуривания стены.

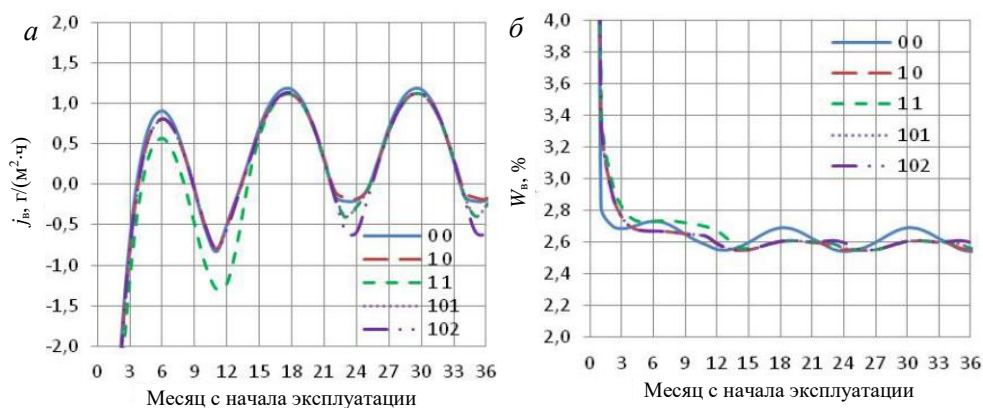


Рис. 2. Влагодток через внутреннюю поверхность (а) (отрицательные значения влагопо-тока соответствуют сушке, положительные – накоплению влаги) и влагосодержа-ние на внутренней поверхности (б) для различных вариантов оштукатуривания

Fig. 2. Moisture flow (a) and moisture accumulation (b) on the inner surface. Negative and positive values indicate drying and moisture accumulation at different plastering options

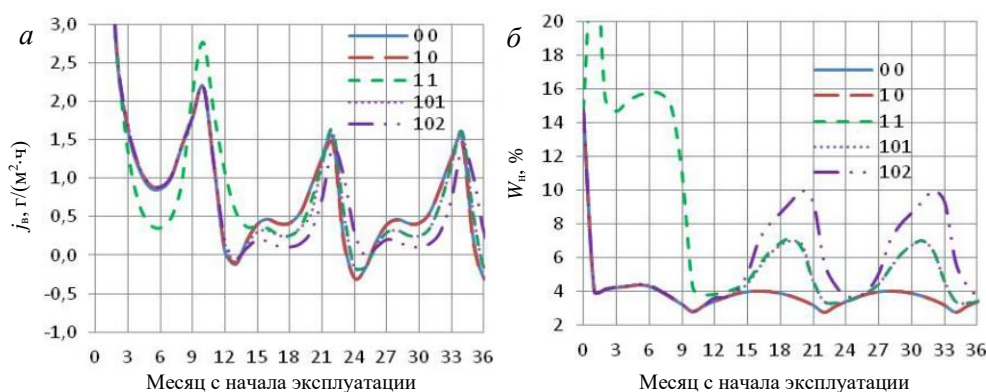


Рис. 3. Влагодток через наружную поверхность (а) (положительные значения влагопо-тока соответствуют сушке, отрицательные – накоплению влаги) и влажность на наружной поверхности (б) для различных вариантов оштукатуривания

Fig. 3. Moisture flow (a) and moisture accumulation (b) on the outer surface. Negative and positive values indicate drying and moisture accumulation at different plastering options

Наружный штукатурный слой вызывает значительное увеличение влажности на наружной поверхности стенки. При толщине наружного штукатурного слоя 10 мм в наиболее неблагоприятные месяцы второго и третьего годов эксплуатации (ноябрь, февраль) влажность на наружной поверхности стены превосходит аналогичные характеристики для вариантов, не предусматривающих наружное оштукатуривание, в 1,8 раза, а при толщине наружного слоя 30 мм влажность на наружной поверхности увеличивается в декабре второго года эксплуатации и в марте третьего года эксплуатации в 2,9 раза.

Для оценки возможности накопления влаги внутри оштукатуренной стены из газобетона целесообразно рассмотреть изменение влажности в плоскости максимального увлажнения однослойной ограждающей конструкции, которая локализована на расстоянии  $2/3$  толщины от поверхности [15], контактирующей с внутренним воздухом помещения (рис. 4). Качественное поведение влагосодержания в этой плоскости почти совпадает с характерными особенностями подобной зависимости для влажности, взятой в среднем по толщине стены (см. рис. 1, а), однако колебания влажности от максимальных величин к минимальным имеют несколько большую амплитуду.

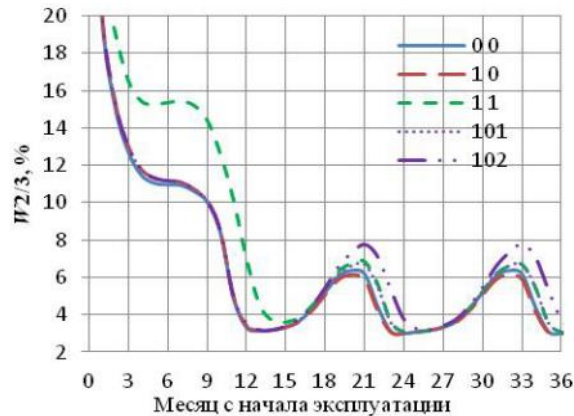


Рис. 4. Влажность в плоскости, вблизи которой локализован максимум увлажнения однослойной ограждающей конструкции

Fig. 4. In-plane moisture near the maximum point of single-layer wall structure

Для прогнозирования возможного накопления влаги в газобетонной стене были получены распределения влажности по толщине для рассмотренных вариантов оштукатуривания, результаты представлены на рис. 5–7 (результаты расчета для варианта оштукатуривания 102 не приводятся, т. к. они практически совпадают с аналогичными результатами для варианта 101).

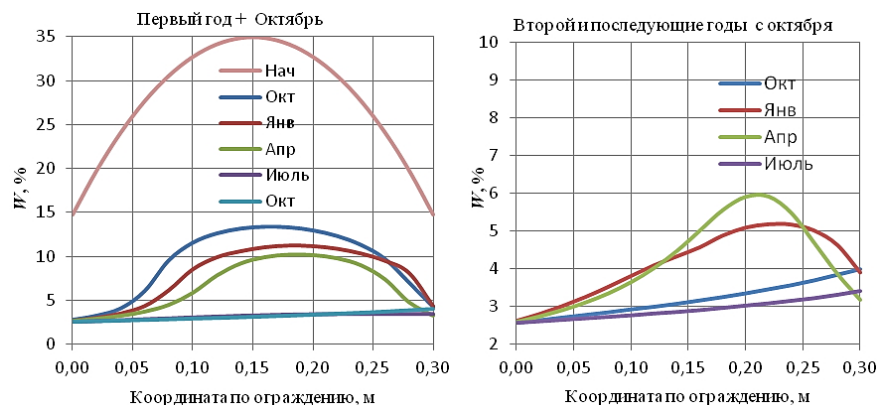


Рис. 5. Распределение влажности по толщине стены из газобетона: вариант 10

Fig. 5. Moisture distribution across foam concrete wall thickness. Option 10

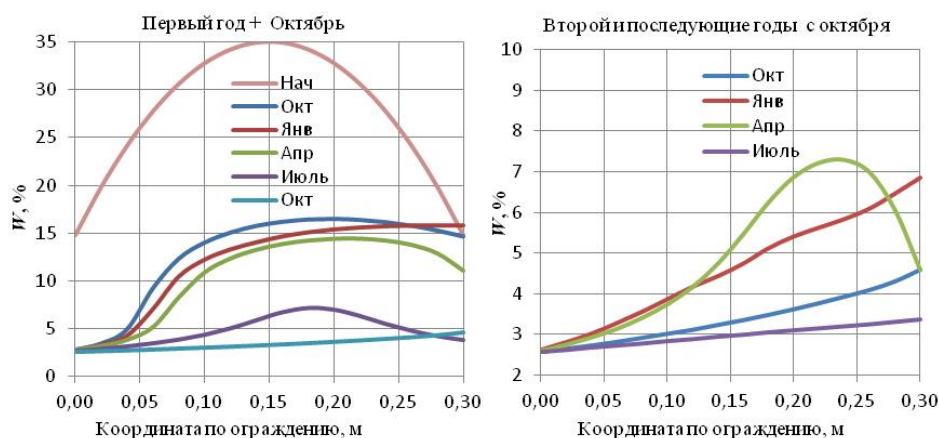


Рис. 6. Распределение влажности по толщине стены из газобетона: вариант 11  
Fig. 6. Moisture distribution across foam concrete wall thickness. Option 11

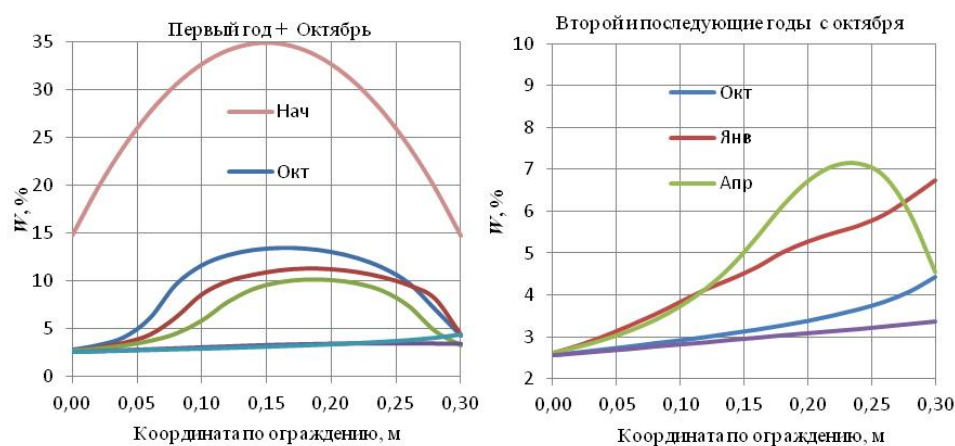


Рис. 7. Распределение влажности по толщине стены из газобетона: вариант 101  
Fig. 7. Moisture distribution across foam concrete wall thickness. Option 101

В качестве начального распределения влаги принимался симметричный профиль с максимальным значением в центральной плоскости симметрии стены.

В течение первого года с момента ввода в эксплуатацию газобетонного ограждения, до января, апреля, положение координаты максимального увлажнения перемещается от центра стены (координата по ограждению 0,15 м):

- для вариантов оштукатуривания 10 и 101 – в точку с координатой 0,18 м (3/5 толщины от внутренней поверхности);
- для варианта оштукатуривания 11 – в точку с координатами 0,28, 0,22 м (14/15 толщины от внутренней поверхности).

В июле, по завершении первого года эксплуатации, максимум увлажнения локализован:

- для вариантов оштукатуривания 10 и 101 – в точке с координатой 0,26 м (13/15 толщины от внутренней поверхности);

– для варианта оштукатуривания 11 – в точке с координатой 0,22 м (11/15 толщины от внутренней поверхности).

В октябре на второй год эксплуатации стены из газобетона максимум увлажнения расположен на наружной поверхности стены для всех рассмотренных вариантов оштукатуривания.

Во второй и последующие годы, с октября по апрель, положение координаты максимального увлажнения перемещается от наружной поверхности стены:

– для варианта оштукатуривания 10 – в точку с координатой 0,22 м (11/15 толщины от внутренней поверхности);

– для вариантов оштукатуривания 11 и 101 – в точку с координатой 0,24 м (4/5 толщины от внутренней поверхности).

В январе (во второй и последующие годы эксплуатации) максимум увлажнения локализован:

– для вариантов оштукатуривания 11 и 101 – на наружной поверхности газобетонного ограждения;

– для варианта оштукатуривания 10 – в точке с координатой 0,22 м (11/15 толщины от внутренней поверхности).

### Заключение

Таким образом, наружный слой штукатурки, нанесенный в начале эксплуатации, может привести к значительному накоплению влаги снаружи и внутри ограждающей конструкции, в то время как внутренний слой штукатурки, нанесенный в начале эксплуатации газобетонной стены, не оказывает заметного влияния на тепловлажностный режим ограждающей конструкции. На ранних этапах эксплуатации этот процесс приводит к значительному снижению теплозащитных свойств ограждающей конструкции. Рекомендуется производить наружную штукатурку стен в июне следующего года, через одиннадцать месяцев после начала эксплуатации.

Наличие любого из рассмотренных в данной работе вариантов оштукатуривания приводит к существенному изменению расположения максимума влажности внутри стены из газобетона по сравнению с известным значением для однослойной ограждающей конструкции.

В первый год с начала ввода в эксплуатацию газобетонного ограждения, при наличии оштукатуривания только на внутренней поверхности стены или при наружном оштукатуривании в конце первого года эксплуатации, максимальное влагосодержание в месяцы с наиболее заметным накоплением влаги располагается ближе к внутренней поверхности, чем в случае однослойной стены. В случае нанесения штукатурных слоев как внутри, так и снаружи (с начала ввода в эксплуатацию), в конце первого года эксплуатации максимальное влагосодержание в месяцы с наиболее заметным накоплением влаги смещается в сторону наружной поверхности ограждения из газобетона относительно той же координаты для однослойных конструкций. В октябре второго года эксплуатации максимальное влагосодержание достигается на поверхности, контактирующей с наружным воздухом.

Во второй и последующие годы (в апреле) максимум внутрестеновой влажности располагается ближе к наружной поверхности газобетонной стены,

чем точка локализации максимального влагосодержания в однослойной стене для всех рассмотренных вариантов оштукатуривания. В январе второго и последующих годов эксплуатации максимум влагосодержания наблюдается на наружной поверхности ограждения при наличии на ней штукатурки, а при отсутствии наружного оштукатуривания максимальное влагосодержание находится в точке, удаленной от наружной поверхности стены на 11/15 ее толщины.

Следует также отметить, что наружное оштукатуривание стены из газобетона, в том числе выполненное по истечении первого года эксплуатации, приводит к избыточному увлажнению наружной поверхности в холодный период из-за процессов конденсации влаги в зоне стабильно низких температур. Согласно результатам, представленным в работах аналогичной тематики, для предотвращения нежелательной конденсации необходимо использовать фасадные системы с наружным утепляющим слоем и тонким штукатурным слоем.

Применение полученных результатов моделирования возможно в процессе строительства и эксплуатации зданий с ограждающими конструкциями из газобетона. Тепловые потери здания при проектировании систем отопления могут быть более точно оценены с помощью полученных результатов расчета нестационарного тепловлажностного режима в стенах, где основной несущей конструкцией являются газобетонные элементы.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Grzyb K., Jasiński R. Full-scale studies of stiffening walls made of autoclaved aerated concrete // ICAAC 2023 : 7th International Conference on Autoclaved Aerated Concrete. 2023. V. 6. I. 2. P. 135–141. DOI: <https://doi.org/10.1002/cepa.1973>
2. Gorshkov A.S., Vatin N.I., Rymkevich P.P., Kydevich O.O. Payback period of investments in energy saving // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 78 (2). P. 65–75. DOI: 10.18720/MCE.78.5
3. Min H., Zhang W., Gu X. Effects of load damage on moisture transport and relative humidity response in concrete // Construction and Building Materials. 2018. V. 169. P. 59–68.
4. Низовцев М.И., Терехов В.И., Яковлев В.В. Теплопроводность газобетона повышенной влажности // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 9. С. 36–38. EDN: PJUVVB
5. Ватин Н.И., Глумов А.В., Горшков А.С. Влияние физико-технических и геометрических характеристик штукатурных покрытий на влажностный режим однородных стен из газобетонных блоков // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 1. С. 28–33. EDN: PCEFIP
6. Крайнов Д.В., Садыков Р.А. Влияние влагосодержания на теплозащитные свойства ограждающей конструкции // Вестник МГСУ. 2011. № 3. С. 404–410.
7. Гагарин В.Г., Зубарев К.П., Козлов В.В. Определение зоны наибольшего увлажнения в стенах с фасадными теплоизоляционными композиционными системами с наружными штукатурными слоями // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 1. С. 125–132. EDN: VLONPF
8. Moyou A.Y., et al. Numerical computation of heat transfer, moisture transport and thermal comfort through walls of buildings made of concrete material in the city of Douala, Cameroon: An ab initio investigation // Heliyon. 2024. V. 10. I. 13. P. 34058.
9. Berger J., Gasparin S., Dutykh D., Mendes N. On the solution of coupled heat and moisture transport in porous material // Transport Porous Media. 2018. V. 121. P. 665–702. DOI: 10.1007/s11242-017-0980-3
10. Berger J., Dutykh D., Mendes N. A new model for simulating heat, air and moisture transport in porous building materials // Int. J. Heat Mass Tran. 2019. V. 134. P. 1041–1060.
11. Жуков А.В., Цветков Н.А., Хуторной А.Н., Толстых А.В. Влияние температурной зависимости изотермы сорбции и коэффициента теплопроводности на влагоперенос в стене из

- газобетона // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 6 (117). С. 729–739. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.6.729-739
12. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 2. С. 244–256. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256
  13. Зубарев К.П., Гвоздков А.Н. Математическое моделирование тепловлажностного режима систем фасадных теплоизоляционных композиционных с наружными штукатурными слоями в стационарной и нестационарной постановках // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды : материалы XIX Международной научной конференции. Волгоград : Изд-во: Волгоградский государственный медицинский университет, 2021. С. 19–25. EDN: RJNLUF
  14. Жуков А.В., Цветков Н.А., Хуторной А.Н., Кузнецова А.А. Обоснование физико-математической модели тепловлагопереноса в наружных стенах из газобетона // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики : мат. VII Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 14–16 марта 2017 г. В 2 частях. Часть 1 / под ред. Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. С. 483–497. EDN: YOKJOX
  15. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Москва : АВОК-ПРЕСС, 2006. 250 с.

## REFERENCES

1. Grzyb K., Jasiński R. Full-Scale Studies of Stiffening Walls Made of Autoclaved Aerated Concrete. In: *Proc. 7th Int. Conf. on Autoclaved Aerated Concrete*. 2023; 6. (I. 2): 135–141. DOI: <https://doi.org/10.1002/cepa.1973>
2. Gorshkov A.S., Vatin N.I., Rymkevich P.P., Kydrevich O.O. Payback Period of Investments in Energy Saving. *Magazine of Civil Engineering*. 2018; 78 (2): 65–75. DOI: <https://doi.org/10.18720/MCE.78.5>
3. Min H., Zhang W., Gu X. Effects of Load Damage on Moisture Transport and Relative Humidity Response in Concrete. *Construction and Building Materials*. 2018; 169: 59–68.
4. Nizovtsev M.I., Terekhov V.I., Yakovlev V.V. Thermal Conductivity of Aerated Concrete with High Humidity. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2004; (9): 36–38. (In Russian)
5. Vatin N.I., Glumov A.V., Gorshkov A.S. Influence of Physical-Technical and Geometrical Characteristics of Plaster Coatings on Moisture Regime of Homogeneous Foam Concrete Walls. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal*. 2011; (1): 28–33. (In Russian)
6. Krainov D.V., Sadykov R.A. Moisture Content Effect on Thermal Protection of Walling Structure. *Vestnik MGSU*. 2011; (3): 404–410. (In Russian)
7. Gagarin V.G., Zubarev K.P., Kozlov V.V. The Highest Moisture Area in Façade Heat-Insulation Composite Wall Systems with External Plastering. *Vestnik of Tomsk State university of Architecture and Building*. 2016; (1): 125–132. (In Russian)
8. Moyou A.Y., et al. Numerical Computation of Heat Transfer, Moisture Transport and Thermal Comfort Through Walls of Buildings Made of Concrete Material in the City of Douala, Cameroon: An ab Initio Investigation. *Heliyon*. 2024; 10 (I. 13): 34058.
9. Berger J., Gasparin S., Dutykh D. On the Solution of Coupled Heat and Moisture Transport in Porous Material. *Transport Porous Media*. 2018; 121: 665–702.
10. Berger J., Dutykh D., Mende N. A New Model for Simulating Heat, Air and Moisture Transport in Porous Building Materials. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2019; 134: 1041–1060.
11. Zhukov A.V., Tsvetkov N.A., Khutornoi A.N., Tolstykh A.V. Effect of Temperature Dependence of Sorption Isotherm and Coefficient of Moisture Conductivity on Moisture Transfer in an Foam Concrete Wall. *Vestnik MGSU*. 2018; 6 (117): 729–739. (In Russian)
12. Gagarin V.G., Zubarev K.P. Mathematical Simulation of Non-Stationary Humidity Regime of Fences based on Discrete-Continuum Approach. *Vestnik MGSU*. 2021; 15 (2): 244–256. DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2020.2.244-256>. (In Russian)
13. Zubarev K.P., Gvozdkov A.N. Mathematical Simulation of Heat and Humidity Regime of Facade Thermal Insulation Composite Systems with External Plaster Layers in Stationary and non-Stationary



- tionary Settings. In: *Proc. 19th Int. Sci. Conf. 'Indoor and Ambient Air Quality'*. Volgograd, 2021. Pp. 19–25. (In Russian)
14. Zhukov A.V., Tsvetkov N.A., Khutornoi A.N., Kuznetsova A.A. Substantiation of Physico-Mathematical Model of Heat and Moisture Transfer in Aerated Concrete External Walls. In: *Proc. 7th Int. Sci. Conf. 'Investments, Construction, Real Estate as a Material Basis for Economy Modernization and Innovation'*. Tomsk: TSUAB, 2017. Pp. 483–497. (In Russian)
15. Fokin K.F. Construction Heat Engineering of Enclosing Parts of Buildings. Moscow: AVOK-PRESS. 2006. 250 p. (In Russian)

#### **Сведения об авторах**

*Цветков Николай Александрович*, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, nac.tsuab@yandex.ru

*Толстых Александр Витальевич*, канд. физ.-мат. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, tolstbu@yandex.ru

*Дорошенко Юлия Николаевна*, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kafotopvent1@rambler.ru

*Абдулин Альвирт Альвиртович*, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, alik.abdulin.2000@mail.ru

#### **Authors Details**

*Nikolai A. Tsvetkov*, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, nac.tsuab@yandex.ru

*Aleksandr V. Tolstikh*, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, sinvintie@rambler.ru

*Yuliya N. Doroshenko*, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kafotopvent1@rambler.ru

*Alvirt A. Abdulin*, Graduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, alik.abdulin.2000@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 24.03.2025  
Одобрена после рецензирования 09.04.2025  
Принята к публикации 21.04.2025

Submitted for publication 24.03.2025  
Approved after review 09.04.2025  
Accepted for publication 21.04.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 220–231.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 220–231.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 691.327.32

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-220-231

EDN: XGMNGB

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-КОНСТРУКЦИОННЫЙ ПОЛИСТИРОЛБЕТОН, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ДИСПЕРСНЫМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМ ШЛАМОМ

Андрей Владимирович Углыница<sup>1</sup>, Александр Иванович Кудяков<sup>2</sup>,  
Владимир Борисович Дуваров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный технический университет  
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

<sup>2</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия

**Аннотация.** Актуальность. Важной задачей в индивидуальном жилищном строительстве является выбор стенового материала. Полистиролбетон является одним из наиболее эффективных стеновых материалов в малоэтажном строительстве. Улучшение свойств полистиролбетона позволит повысить эффективность индивидуального жилищного строительства.

**Цель работы.** Повышение физико-механических свойств полистиролбетона за счёт введения комплексной добавки железосодержащего шлама и «Бенотех ПМП-1».

**Результаты.** Разработаны составы полистиролбетона марки по средней плотности D300 с комплексной добавкой железосодержащего шлама и «Бенотех ПМП-1» с повышенной прочностью на сжатие 1,51 МПа без увеличения теплопроводности.

**Ключевые слова:** полистиролбетон, портландцемент, активные минеральные добавки, противоморозные добавки, прочность на сжатие, цементное тесто, структурообразование, твердение

**Для цитирования:** Углыница А.В., Кудяков А.И., Дуваров В.Б. Теплоизоляционно-конструкционный полистиролбетон, модифицированный дисперсным железосодержащим шламом // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 220–231. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-220-231. EDN: XGMNGB

ORIGINAL ARTICLE

## HEAT-INSULATING STRUCTURAL POLYSTYRENE CONCRETE MODIFIED WITH DISPERSED IRON-CONTAINING SLUDGE

Andrei V. Uglyanitsa<sup>1</sup>, Aleksandr I. Kudyakov<sup>2</sup>, Vladimir B. Duvarov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup>Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

**Abstract.** An important task in individual housing construction is the wall material. Polystyrene concrete is one of the most effective wall materials in low-rise construction. The prop-

erty improvement of polystyrene concrete increases the efficiency of individual housing construction.

*Purpose:* The aim of this work is to improve physical and mechanical properties of polystyrene concrete through the addition of the complex additive of iron-containing sludge and Benotekh PMP-1.

*Research findings:* Polystyrene concrete compositions with the average density D300 are proposed with the complex addition of iron-containing sludge and Benotekh PMP-1 with the increased compressive strength of 1.51 MPa without increasing thermal conductivity.

**Keywords:** polystyrene concrete, Portland cement, active mineral additives, anti-freeze additives, compressive strength, cement paste, structure formation, hardening

**For citation:** Uglyanitsa A.V., Kudyakov A.I., Duvarov V.B. Heat-Insulating Structural Polystyrene Concrete Modified with Dispersed Iron-Containing Sludge. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 220–231. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-220-231. EDN: XGMNGB

### Введение

Проблемы обеспечения населения жильём и объектов строительства ресурсами являются актуальными в России. В национальном проекте «Жильё и городская среда» предусматривается существенное увеличение темпов жилищного строительства. При этом большое внимание уделяется объектам индивидуального жилищного строительства (ИЖС), объём которого планируется увеличить до 40 млн м<sup>2</sup> в год. Рост доли ИЖС в общем объёме строительства в Сибирском регионе составит более 40 %. Для успешной реализации поставленных задач необходимо разработать комплекс технических и технологических мероприятий по индивидуальному жилищному строительству [1–6].

При строительстве индивидуального жилья большое внимание уделяется обоснованию и выбору стенового материала. Правильно подобранный стеновой материал позволяет существенно сократить расходы на строительство здания и его эксплуатацию в течение отопительного периода. Одним из эффективных стеновых материалов в зданиях является теплоизоляционно-конструкционный полистиролбетон – композиционный материал, близкий по своему функциональному назначению пенобетонам [7–12]. Матрицей в данном материале является цементный камень, а заполнителем, формирующим преимущественно замкнутые поры в цементном камне, – гранулы сверхлегкого пенополистирола.

Полистиролбетон обладает сравнительно низкой прочностью на сжатие, что сдерживает его применение в качестве конструкционно-теплоизоляционного стенового строительного материала. Свойства полистиролбетона существенно зависят от структуры и свойств цементного камня [13–21]. Используя технологические приемы повышения прочности цементного камня путем введения активных дисперсных или волокнистых минеральных или органических добавок, можно повысить прочность и эксплуатационные свойства полистиролбетона [22–28]. Однако эти модифицирующие добавки обладают высокой стоимостью, что повышает цену изготавливаемых изделий.

На химических предприятиях России образуются большие объёмы токсичных отходов в виде дисперсных шламов отработанных катализаторов. Минстрой России большое внимание уделяет комплексному использованию

вторичного сырья для ресурсного обеспечения объектов строительства. Предполагается, что объем применения побочных продуктов к 2030 г. достигнет 40 %. В связи с этим исследования по установлению закономерностей структурообразования цементной матрицы и полистиролбетона с добавкой железосодержащего дисперсного шлама, отхода отработанных производственных катализаторов, в производстве цементных стеновых материалов для строительства объектов в условиях Сибири являются актуальными.

### Сырьевые материалы и методы исследования

При проведении экспериментальных исследований использовались:

- портландцемент ООО «Топкинский цемент» типа ЦЕМ I, класса по прочности 42,5Н (ГОСТ 31108–2020);
- вспененный гранулированный полистирол (пенополистирол) (ГОСТ 33929–2016, ТУ 2214-019-53505711–2010): насыпная плотность – 15 кг/м<sup>3</sup>, размер зерен – менее 5 мм;
- железосодержащий шлам отработанных катализаторов, отход производства химических веществ КАО «Азот», г. Кемерово. Химический состав и свойства шлама приведены в табл. 1 и 2. Шлам высушивали при температуре 105 °С и измельчали до остатка на сите № 008 – 15 %;
- смола древесная омыленная SDO-L (ТУ-2453-013-10644738–00);
- противоморозная добавка «Бенотех ПМП-1» (ТУ 5870-001-56025130–01);
- водопроводная вода (ГОСТ 23732–2011).

Таблица 1

### Химический состав железосодержащего шлама, %

Table 1

### Chemical composition of iron-containing sludge, %

Наименование добавки	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Нерастворимый остаток	ППП
Железосодержащий шлам	73,0–75,0	17,0–17,2	9,8–10,0	2,8–3,5	5,0–6,3

Таблица 2

### Свойства железосодержащего шлама

Table 2

### Parameters of iron-containing sludge

Наименование добавки	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	рН водной вытяжки
Железосодержащий шлам	350–370	3300–3500	2450–2600	8–9

Физико-механические и физико-химические свойства сырьевых материалов и полистиролбетона определяли в соответствии с требованиями национальных стандартов:

- удельная поверхность шламов определялась на приборе ПСХ-2 по методу газопроницаемости Козени и Кармана (ГОСТ 310.2–76);

- химический состав – по ГОСТ 5382–2019;
- прочность цементного камня определялась испытанием образцов-кубиков размером  $0,02 \times 0,02 \times 0,02$  м из теста нормальной густоты;
- пластическая прочность цементного теста определялась погружением металлического конуса с углом  $30^\circ$  ( $K = 0,96$ ) в твердеющее цементное тесто на глубину  $0,005$  м через каждые  $10$  мин в течение  $5$  ч с использованием конического пластометра рычажного типа;
- кинетика процессов структурообразования на стадии формирования коагуляционной структуры цементного теста определялась по скорости распространения продольных упругих волн с использованием ультразвукового прибора УК14-ПМ и образцов с размерами  $0,04 \times 0,04 \times 0,16$  м.
- кинетика процесса тепловыделения при гидратации портландцемента определялась термосным методом;
- предел прочности полистиролбетона на сжатие определялся испытанием на гидравлическом прессе кубов  $0,1 \times 0,1 \times 0,1$  м (ГОСТ 33929–2016). Отформованные образцы до испытаний твердели в камере при температуре  $20^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $95$ – $100$  %. Оценка прочности проводилась в соответствии с ГОСТ 18105–2018;
- средняя плотность – по ГОСТ 12730.1–2020;
- коэффициент теплопроводности – по ГОСТ 7076–99.

### Результаты исследований и их обсуждение

Для установления закономерностей твердения цементного камня с железосодержащим шламом изготавливали образцы из цементного теста нормальной густоты. Добавку железосодержащего шлама вводили в количестве  $1$ – $12$  % от массы портландцемента. Результаты определения прочности на сжатие образцов из цементного камня с железосодержащим шламом приведены на рис. 1. Установлено, что при введении железосодержащего шлама в цементное тесто в количестве  $4$ – $5$  % от массы портландцемента прочность на сжатие цементного камня повышается на  $14$ – $16$  %.

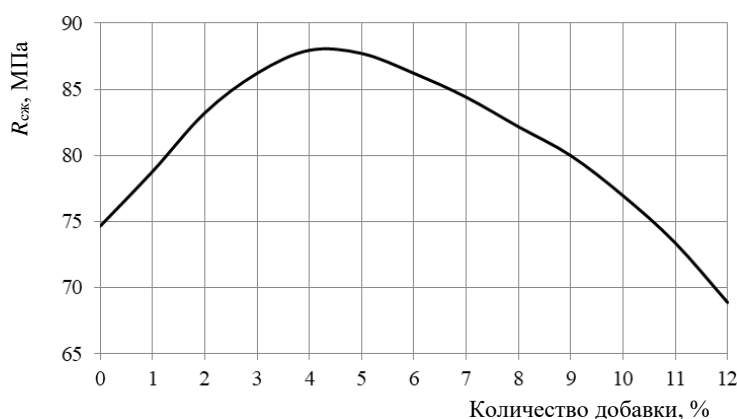


Рис. 1. Предел прочности на сжатие ( $R_{сж}$ ) цементного камня с добавкой железосодержащего шлама

Fig. 1. Compressive strength  $R_c$  of hydrated cement with iron-containing additive

Результаты исследований по кинетике изменения пластической прочности цементного теста (предельного напряжения сдвигу) с оптимальным содержанием добавки железосодержащего шлама приведены на рис. 2.

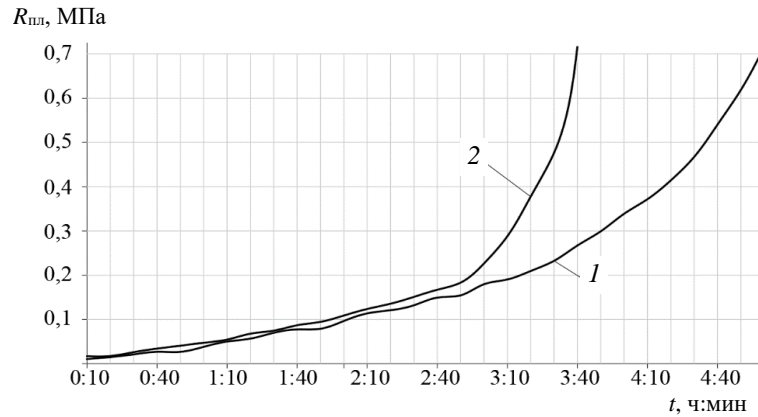


Рис. 2. Пластическая прочность ( $R_{пл}$ ) цементного теста:

$t$  – возраст цементного теста; 1 – без железосодержащего шлама; 2 – с добавкой железосодержащего шлама

Fig. 2. Plastic strength  $R_p$  of cement paste:

$t$  – age; 1 – without iron-containing sludge; 2 – with iron-containing sludge

Установлено, что при введении 5 % железосодержащего шлама в цементное тесто скорость нарастания пластической прочности после трех часов твердения увеличивается на 28–30 %.

Данные по изменению скорости прохождения ультразвуковых волн сквозь твердеющее цементное тесто в зависимости от сроков твердения цементного теста и добавки железосодержащего шлама приведены на рис. 3.

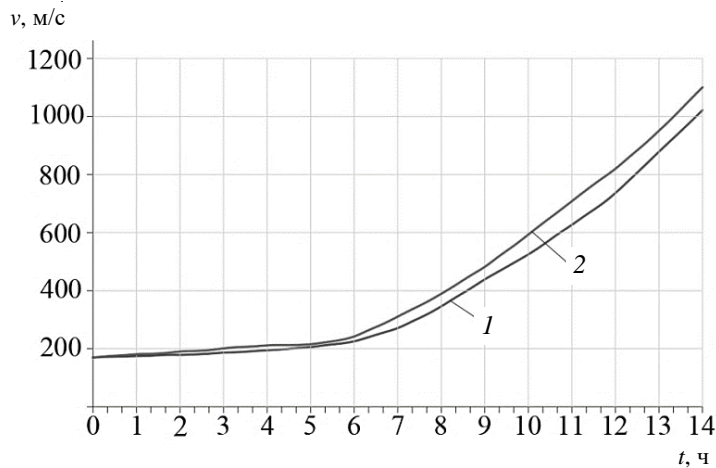


Рис. 3. Скорость распространения ультразвука  $v$  в цементном тесте в возрасте  $t$ :

1 – без добавки; 2 – с добавкой железосодержащего шлама

Fig. 3. Ultrasound propagation velocity  $v$  in hydrated cement at age  $t$ :

1 – without iron-containing sludge; 2 – with iron-containing sludge

Полученные результаты показали, что в цементном тесте с добавкой железосодержащего шлама в количестве 5 % через 14 ч после изготовления образцов скорость распространения ультразвуковых волн возрастает на 7,7 %. Это указывает на интенсификацию процесса нарастания прочности цементного теста в начальный период твердения.

На рис. 4 приведены результаты исследования кинетики тепловыделения при гидратации цемента с добавкой железосодержащего шлама.

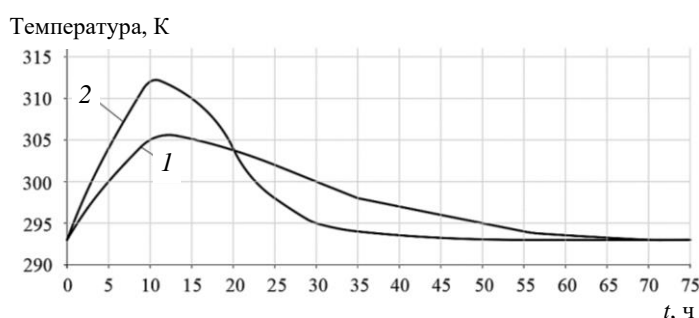


Рис. 4. Тепловыделение портландцемента при гидратации:

1 – без добавки; 2 – с добавкой железосодержащего шлама

Fig. 4. Heat generation of Portland cement during hydration:

1 – without iron-containing sludge; 2 – with iron-containing sludge

На основании результатов проведенных экспериментов определено, что при введении в цементное тесто добавки железосодержащего шлама в количестве 5 % ускоряется скорость начального структурообразования и прочность цементного камня в возрасте 28 сут на 14–15 %.

На рис. 5 представлены результаты определения прочности теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с добавкой железосодержащего шлама на сжатие.

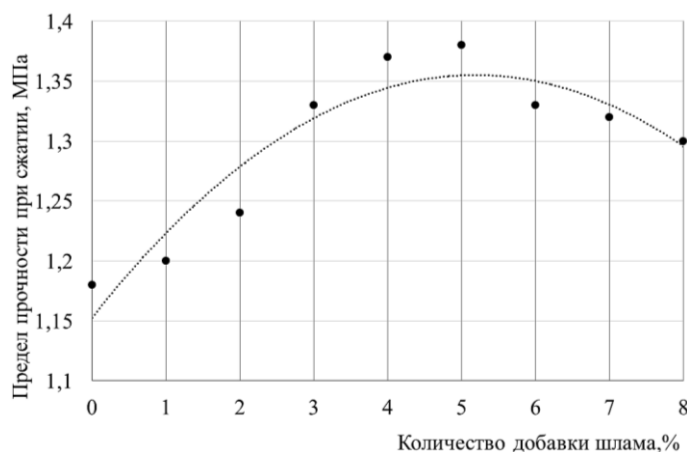


Рис. 5. Прочность на сжатие теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с добавкой железосодержащего шлама

Fig. 5. Compressive strength of heat-insulating structural polystyrene concrete with iron-containing sludge



Математическая обработка результатов исследования позволила получить уравнение с коэффициентами регрессионной модели зависимости предела прочности на сжатие теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с добавкой железосодержащего шлама:

$$Y = 1,153 + 0,078X - 0,0075X^2,$$

где  $Y$  – предел прочности при сжатии, МПа;  $X$  – количество добавки железосодержащего шлама, % от массы цемента.

Исследование полученной регрессионной модели позволило установить, что введение добавки железосодержащего шлама в полистиролбетонную смесь в количестве 5,2 % от массы цемента приводит к наибольшему приросту прочности полистиролбетона при сжатии. При этом предел прочности теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона увеличивается на 15,3 % и составляет 1,36 МПа.

Результаты определения предела прочности при сжатии теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона в нормальных условиях твердения с добавками железосодержащего шлама и «Бенотех ПМП-1» приведены на рис. 6.

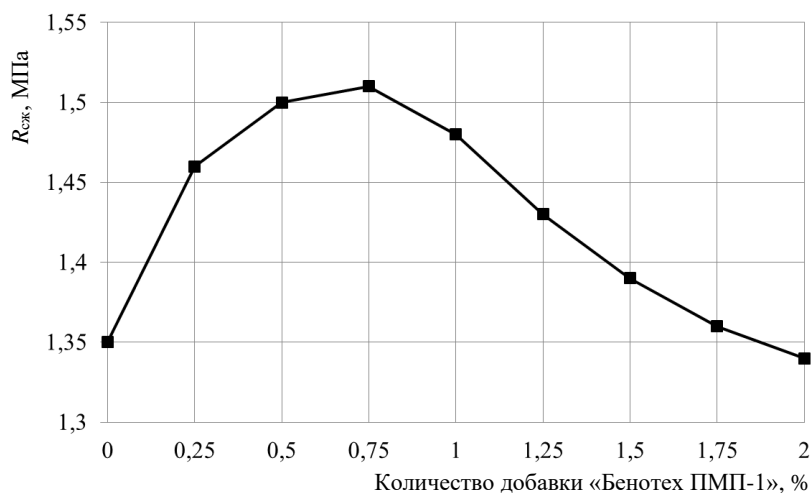


Рис. 6. Предел прочности на сжатие  $R_{сж}$  теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с добавкой железосодержащего шлама и противоморозной добавкой «Бенотех ПМП-1»

Fig. 6. Compressive strength  $R_c$  of heat-insulating structural polystyrene concrete with the addition of iron-containing sludge and antifreeze Benotech PMP-1

Из результатов испытаний следует, что при введении противоморозной добавки «Бенотех ПМП-1» в количестве 0,75 % от массы цемента в полистиролбетон с железосодержащим шламом прочность повышается до 1,51 МПа (на 11 %). Теплопроводность теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с комплексной добавкой составила 0,076 Вт/(м·К).

Оценку эффективности противоморозной добавки «Бенотех ПМП-1» в условиях зимнего бетонирования проводили согласно ГОСТ 24211–2008. Добавку «Бенотех ПМП-1» вводили в количестве 0,75 % от массы портландце-

мента. При этом предел прочности на сжатие теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с добавкой железосодержащего шлама и противоморозной добавкой «Бенотех ПМП-1» при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$  в возрасте 28 сут превысил на 34,1 % прочность полистиролбетона без противоморозной добавки «Бенотех ПМП-1» в нормальных условиях твердения, что соответствует критерию эффективности применения противоморозных добавок.

В табл. 3 приведены составы разработанного теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона с маркой по средней плотности D300 с добавкой железосодержащего шлама, а также с добавками железосодержащего шлама и противоморозной добавки «Бенотех ПМП-1».

Таблица 3

**Составы разработанного  
теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона на  $1\text{ м}^3$**

Table 3

**Composition of proposed heat-insulating structural polystyrene concrete  
modified per  $1\text{ м}^3$**

Цемент, кг	Вода, кг	Пенополисти- рол, $1\text{ м}^3$	Добавка SDO-L, кг	Железосо- державший шлам, кг	Добавка «Бенотех ПМП-1»
216	97,2	1,0	0,45	11,23	–
216	97,2	1,0	0,45	11,23	1,62

**Заключение**

Добавка железосодержащего шлама, полученная из отработанного катализатора для производства анилина, может использоваться в качестве активной добавки при изготовлении теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона. Использование предложенной добавки позволяет регулировать процессы гидратации портландцемента на ранних этапах твердения. При этом сокращается период начального структурообразования на 28–30 %, а максимальная температура тепловыделения цементного камня увеличивается на  $4^{\circ}\text{C}$ . Установлено оптимальное количество добавки железосодержащего шлама, составляющее 5,2 % от массы цемента, при котором повышается прочность на сжатие с 1,13 до 1,36 МПа, а класс по прочности – с B0,75 до B1. Совместное введение в полистиролбетонную смесь противоморозной добавки «Бенотех ПМП-1» в количестве 0,75 % от массы цемента и железосодержащего шлама в количестве 5,2 % увеличивает прочность на сжатие теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона до 1,51 МПа с сохранением коэффициента его теплопроводности  $0,076\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , что позволяет получать теплоизоляционно-конструкционный полистиролбетон с маркой по средней плотности D300 с повышенной прочностью без изменения его теплоизоляционных свойств.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Грабовый П.Г., Старовойтов А.С. Проблемы индивидуального жилищного строительства в России и возможные пути их решения // Недвижимость: экономика, управление. 2019. № 1. С. 94–103. EDN: RDDPDV

2. *Шафиров Л.А.* Мотивация и ограничения для реализации проектов индивидуального жилищного строительства домохозяйствами России // *Journal of Economic Regulation*. 2019. Т. 10. № 4. С. 22–34. DOI: 10.17835/2078-5429.2019.10.4.022-034
3. *Горбунов А.А., Буянов О.В.* К вопросу о перспективах развития предпринимательства в малоэтажном жилищном строительстве // *Строительство. Экономика и управление*. 2020. № 1 (37). С. 26–31. EDN: СВАРУА
4. *Kostrikin P.N., Le V.T., Andreeva A.I.* Innovative approaches in the field of low-rise housing construction and digital transformation of investment and construction activities as the main focus of the All-Russian Housing Congress // *Real Estate: Economics, Management*. 2021. № 3. P. 6–10. DOI: 10.22337/2073-8412-2021-3-6-10. EDN: GYJGXQ
5. *Steshenko A.B., Kudyakov A.I.* Cement based foam concrete with aluminosilicate microspheres for monolithic construction // *Magazine of civil engineering*. 2018. № 8 (84). P. 86–96. DOI: 10.18720/MCE.84.9. EDN: IWWNMW
6. *Разумей В.Ю.* Индивидуальное жилищное строительство как вектор стратегии развития строительных организаций в условиях трансформации // *Строительный комплекс: экономика, управление, инвестиции : межвузовский сборник научных трудов*. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. С. 40–45. EDN: HRUUVF
7. *Рахманов В.А., Сафонов А.А.* Свойства полистиролбетонов при различных видах статического и динамического сжатия // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 4. С. 65–71. EDN: YKPDNT
8. *Ilin I., Kudyakov A., Rakov M.* Aerated dry mix concrete for remote northern territories // *Magazine of Civil Engineering*. 2022. № 5 (113). С. 11310. DOI: 10.34910/MCE.113.10. EDN: CDHQSU
9. *Пименова Л.Н., Кудяков А.И.* Пенобетон, модифицированный силикагелем // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2013. № 2 (39). С. 229–234. EDN: QBVCFT
10. *Драпеза А.О.* Создание полистиролбетона низкой плотности // *Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства : сборник научных статей, Гродно, 23–24 мая 2019 г. / редколлегия: А.Р. Волик [и др.]. Гродно : Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, 2019. С. 174–176. EDN: FYOMQY*
11. *Угляница А.В., Дуваров В.Б.* Утепление обделки подземных сооружений теплоизоляционно-конструкционным геополестиолбетоном // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2022. № 2 (150). С. 64–74. DOI: 10.26730/1999-4125-2022-2-64-74
12. *Акулова М.В., Слизнева Т.Е.* Полистиролбетон на портландцементном вяжущем с добавлением жидкого стекла и шамота // *Вестник гражданских инженеров*. 2018. № 3 (68). С. 103–111. DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-3-103-111
13. *Поляков Т.А., Поварова О.А.* Использование фибры из полиэтилентерефталата для улучшения свойств полистиролбетона // *Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки*. 2019. № 4 (6). С. 83–85. EDN: JQNOSZ
14. *Лукотцова Н.П., Пыкин А.А., Соболева Г.Н. и др.* Структура и свойства полистиролбетона с силикатными пастами // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2017. № 11. С. 25–33. DOI: 10.12737/article\_5a001aadc0fe57.79195521
15. *Chowdhury S., Mishra M., Suganya O.* The incorporation of wood waste ash as a partial cement replacement material for making structural grade concrete: An overview // *Ain Shams Engineering Journal*. 2015. June. V. 6. I. 2. P. 429–437. DOI: 10.1016/j.asej.2014.11.005
16. *Cheah Chee Ban, Ramli Mahyuddin.* Mechanical strength, durability and drying shrinkage of structural mortar containing HCWA as partial replacement of cement // *Construction and Building Materials*. 2012. May. V. 30. P. 320–329. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2011.12.009
17. *Kulasuriya C., Vimonsatit V., Dias W.P.S., De Silva P.* Design and development of Alkali Pozzolan Cement (APC) // *Construction and Building Materials*. 2014. V. 68. P. 426–433. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2014.06.095
18. *Konsta-Gdoutos M.S., Metaxa Z.S., Shah S.P.* Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials // *Cement and Concrete Research*. 2010. July. V. 40. I. 7. P. 1052–1059. DOI: 10.1016/j.cemconres.2010.02.015

19. Короткова А.А. Выбор цемента для производства легких бетонов и способы устранения возможных дефектов полистиролбетона // Технологии бетонов. 2019. № 11–12 (160–161). С. 12–14. EDN: NIYCXJ
20. Рахимов М.А., Рахимова Г.М., Ткач Е.В., Мудренко В.В. Исследование влияния комплексного модификатора на физико-механические свойства полистиролбетона // Труды университета. 2022. № 1 (86). С. 166–170. EDN: BHYLLE
21. Космачев П.В., Демьяненко О.В., Власов В.А., Копаница Н.О., Скрипникова Н.К. Композиционные материалы на основе цемента с нанодисперсным диоксидом кремния // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 4. С. 139–146. EDN: ZDDEGN
22. Ильина Л.В., Бердов Г.И., Гичко Н.О. Влияние комплексных дисперсных минеральных добавок на прочность цементного камня // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. № 1. С. 38–44. EDN: YRJJWX
23. Кудяков А.И., Прищепина И.А., Осипов С.П. Цементный пенобетон неавтоклавного твердения с термомодифицированной торфяной добавкой // Строительные материалы. 2022. № 1-2. С. 40–49. EDN: DWUMKK
24. Дуваров В.Б., Угляница А.В. О возможности применения отходов химических предприятий в производстве портландцементов // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, Кемерово, 23–25 ноября 2021 г. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2021. С. 606-1–606-7. EDN: NTKOiy
25. Кудяков А.И., Плевков В.С., Белов В.В., Невский А.В., Кудяков К.Л. Технология и состав углеродифибробетона с повышенной однородностью прочностных показателей // Вопросы материаловедения. 2016. № 1 (85). С. 66–72. EDN: WANUNL
26. Кудяков А.И., Симакова А.С., Кондратенко В.А., Стешенко А.Б., Латыпов А.Д. Влияние органических добавок на свойства цементного теста и камня // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 6. С. 138–147. EDN: YRJJFB
27. Кудяков А.И., Копаница Н.О., Прищепина И.А., Шаньгин С.Н. Конструкционно-теплоизоляционные пенобетоны с термомодифицированной торфяной добавкой // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 1 (38). С. 172–177. EDN: PWWKOB
28. Машикин Н.А., Кудяков А.И., Бартеньева Е.А. Неавтоклавный пенобетон, дисперсно-армированный минеральными и волокнистыми добавками // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 8 (716). С. 58–68. EDN: MJCXRB

## REFERENCES

1. Graboviy P.G., Starovoytov A.S. Problems and Possible Solutions of Individual Housing Construction in Russia. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie*. 2019; (1): 94–103. EDN: RDDPDV (In Russian)
2. Shafirov L.A. Motivation and Restrictions for Project Implementation of Individual Housing Construction in Russia. *Journal of Economic Regulation*. 2019; 10 (4): 22–34. DOI: 10.17835/2078-5429.2019.10.4.022-034 (In Russian)
3. Gorbunov A.A., Buyanov O.V. Toward Prospects for Entrepreneurship Development in Low-Rise Housing. *Stroitel'stvo. Ekonomika i upravlenie*. 2020; 1 (37): 26–31. EDN: CBAPYA (In Russian)
4. Kostrikin P.N., Le V.T., Andreeva A.I. Innovative Approaches in the Field of Low-Rise Housing Construction and Digital Transformation of Investment and Construction Activities as the Main Focus of the All-Russian Housing Congress. *Real Estate: Economics, Management*. 2021; (3): 6–10. DOI: 10.22337/2073-8412-2021-3-6-10. EDN: GYJGXQ
5. Steshenko A.B., Kudyakov A.I. Cement Based Foam Concrete with Aluminosilicate Microspheres for Monolithic Construction. *Magazine of Civil Engineering*. 2018; 8 (84): 86–96. DOI: 10.18720/MCE.84.9. EDN: IWWNMW
6. Razumey V.Yu. Individual Housing Construction as a Vector of the Strategy for the Development of Construction Organizations in the Context of Transformation. In: *Coll. Papers "Building*

- Complex: Economics, Management, Investments*". Saint-Petersburg, 2020. Pp. 40–45. EDN: HRUUVF (In Russian)
7. Rakhmanov V.A., Safonov A.A. Properties of Polystyrene Concrete under Static and Dynamic Compressive Loads. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2017; (4): 65–71. EDN: YKPDNT (In Russian)
  8. Ilina I., Kudyakov A., Rakov M. Aerated Dry Mix Concrete for Remote Northern Territories. *Magazine of Civil Engineering*. 2022; 5 (113): 11310. DOI: 10.34910/MCE.113.10. EDN: CDHQSU
  9. Pimenova L.N., Kudyakov A.I. Foam Concrete Modified with Silica Gel. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2013; 2 (39): 229–234 EDN: QBVCFT (In Russian)
  10. Drapeza A.O. Creation of Low-Density Polystyrene Concrete. In: *Coll. Papers "Traditions, Modern Problems and Prospects of Construction"*, A.R. Volik Ed. May 23–24, 2019. Grodno: Yanka Kupala State University of Grodno, 2019. Pp. 174–176. EDN: FYOMQY (In Russian)
  11. Uglyanitsa A.V., Duvarov V.B. Insulation of Underground Lining with Heat-Insulating Structural Polystyrene Concrete. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2022; 2 (150): 64–74. DOI: 10.26730/1999-4125-2022-2-64-74 (In Russian)
  12. Akulova M.V., Slizneva T.E. Polystyrene Concrete Based on Portland Cement Binder with Liquid Glass and Fireclay. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2018; 3(68): 103–111. DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-3-103-111 (In Russian)
  13. Polyakov T.A., Povarova O.A. Polyethylene Terephthalate Fiber for Property Improvement of Polystyrene Concrete. *Vestnik Vologodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskies nauki*. 2019; 4 (6): 83–85. EDN: JQNOSZ (In Russian)
  14. Lukutsova N.P., et al. Structure and Properties of Polystyrene Concrete with Silicate Pastes. *Bulletin of the Shukhov Belgorod State Technological University*. 2017; (11): 25–33. DOI: 10.12737/article\_5a001aadc0fe57.79195521 (In Russian)
  15. Chowdhury S., Mishra M., Suganya O. Incorporation of Wood Waste Ash as Partial Cement Replacement Material for Making Structural Grade Concrete: An overview. *Ain Shams Engineering Journal*. 2015; 6 (2): 429–437. DOI: 10.1016/j.asej.2014.11.005
  16. Cheah Chee Ban, Ramli Mahyuddin. Mechanical Strength, Durability and Drying Shrinkage of Structural Mortar Containing HCWA as Partial Replacement of Cement. *Construction and Building Materials*. 2012; 30 (5): 320–329. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2011.12.009
  17. Kulasuriya C., Vimonsatit V., Dias W.P.S., De Silva P. Design and Development of Alkali Pozzolan Cement (APC). *Construction and Building Materials*. 2014; 68: 426–433. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2014.06.095
  18. Konsta-Gdoutos M.S., Metaxa Z.S., Shah S.P. Highly Dispersed Carbon Nanotube Reinforced Cement Based Materials. *Cement and Concrete Research*. 2010; 40 (7): 1052–1059. DOI: 10.1016/j.cemconres.2010.02.015
  19. Korotkova A.A. Cement Choice for Lightweight Concrete Production and Ways to Eliminate Possible Defects in Polystyrene Concrete. *Tekhnologii betonov*. 2019; 11–12 (160–161): 12–14. EDN: NIYCXJ (In Russian)
  20. Rakhimov M.A., Rakhimova G.M., Tkach E.V., Mudrenko V.V. Influence of Complex Modifier on Physical and Mechanical Properties of Polystyrene Concrete. *Trudy universiteta*. 2022; 1 (86): 166–170. EDN: BHYLLE (In Russian)
  21. Kosmachev P.V., Demyanenko O.V., Vlasov V.A., Kopanitsa N.O., Skripnikova N.K. Composite Materials Based on Cement with Nanodispersed Silicon Dioxide. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017; (4): 139–146. EDN: ZDDEGN (In Russian)
  22. Ilyina L.V., Berdov G.I., Gichko N.O. Influence of Complex Dispersed Mineral Additives on hydrated cement strength. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2017; (1): 38–44. EDN: YRJJWX (In Russian)
  23. Kudyakov A.I., Prishchepa I.A., Osipov S.P. Non-Autoclaved Cement Foam Concrete with Thermally Modified Peat Additive. *Stroitel'nye materialy*. 2022; (1–2): 40–49. EDN: DWUMKK (In Russian)
  24. Duvarov V.B., Uglyanitsa A.V. Possibility of Using Waste from Chemical Enterprises in Portland Cement Production. In: *Proc. 14th Int. Sci. Conf. 'Life Safety of Enterprises in Industrialized Regions'*. November 23–25, Kemerovo, 2021. Pp. 606–1–606-7. EDN: NTKOIY (In Russian)
  25. Kudyakov A.I., Plevkov V.S., Belov V.V., Nevskii A.V., Kudyakov K.L. Technology and Composition of Carbon-Fiber-Reinforced Concrete with High Homogeneity of Strength Properties. *Vo prosy materialovedeniya*. 2016; 1 (85): 66–72. EDN: WANUNL (In Russian)

26. Kudyakov A.I., Simakova A.S., Kondratenko V.A., Steshenko A.B., Latypov A.D. Cement Paste and Brick Properties Modified by Organic Additives. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2018; 20 (6): 138–147. EDN: YRJFB (In Russian)
27. Kudyakov A.I., Kopanitsa N.O., Prishchepa I.A., Shangin S.N. Structural and Heat-Insulating Foam Concrete with Thermally Modified Peat Additive. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2013; 1 (38):172–177. EDN: PWWKOB (In Russian)
28. Mashkin N.A., Kudyakov A.I., Bartenyeva E.A. Non-Autoclaved Foam Concrete Dispersed-Reinforced with Mineral and Fibrous Additives. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2018; 8 (716): 58–68. EDN: MJCXRB (In Russian)

#### Сведения об авторах

Углыница Андрей Владимирович, докт. техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, uav@kuzstu.ru

Кудяков Александр Иванович, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kudyakow@mail.tomsknet.ru

Дуваров Владимир Борисович, ст. преподаватель, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, wowawowa@bk.ru

#### Authors Details

Andrei V. Uglyanitsa, DSc, Professor, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyyaya Str., 650000, Kemerovo, Russia, uav@kuzstu.ru

Aleksandr I. Kudyakov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kudyakow@mail.tomsknet.ru

Vladimir B. Duvarov, Senior Lecturer, Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyyaya Str., 650000, Kemerovo, Russia, wowawowa@bk.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 16.03.2025  
Одобрена после рецензирования 03.04.2025  
Принята к публикации 27.05.2025

Submitted for publication 16.03.2025  
Approved after review 03.04.2025  
Accepted for publication 27.05.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 232–246.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 232–246.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 692 231.2:691.311

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-232-246

EDN: XSFUKU

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ВЯЖУЩИХ ИЗ АКТИВИРОВАННОГО ФТОРАНГИДРИТОВОГО СЫРЬЯ

Любовь Александровна Аниканова<sup>1</sup>, Ольга Витальевна Волкова<sup>1</sup>,  
Александр Иванович Кудяков<sup>1</sup>, Александр Федорович Бурьянов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, г. Москва, Россия

**Аннотация.** Актуальность. Актуальной проблемой современной науки и строительного производства является комплексная переработка минерального сырья с вовлечением в качестве сырьевых материалов вторичного сырья, что приводит к экономии природных ресурсов и способствует решению экологических задач. Однако неоднородность вторичного сырья по химическому, минералогическому и гранулометрическому составу замедляет процесс утилизации вторичного ангидритового сырья для производства вяжущих и материалов на их основе. Для получения строительных композиций с требуемыми параметрами в вяжущих системах необходимо создание оптимальных условий кристаллизации, включающих скорость кристаллизации (кинетику структурообразования). Для определения времени и условий кристаллизации нужно установить взаимосвязь кинетики структурообразования с фазовым составом, т. е. содержанием твердой, жидкой и газовой фаз с целью повышения концентрации твердой фазы.

**Методы.** Основа работы заключается в применении метода дифференциальной микрокалориметрии и метода объемных фазовых характеристик для исследования структуры фторангидритовых вяжущих (ФТАВ). Данные методы ранее не использовались для изучения процессов гидратации вяжущих из активированного фторангидритового сырья с целью прогнозирования кинетики процессов гидратации и твердения.

**Результаты.** В работе проведен анализ механизмов гидратации и твердения фторангидритовых вяжущих по данным кинетики тепловыделения и результатам физико-химических методов исследований, которые подтверждают, что гидратация фторангидритового вяжущего сопровождается первоначальным образованием коллоидного раствора исходных продуктов гидратации и последующей кристаллизацией образовавшихся продуктов. Длительность и интенсивность процессов зависят от вида и количества вводимых добавок-активаторов. Развитие процессов гидратации в системе сопровождается уменьшением свободного порового пространства и уплотнением системы, причем структурные характеристики конечного состояния предопределяются не только их значением в начальном состоянии, но и минералогическим составом, дисперсностью, временем и условиями твердения.

**Ключевые слова:** фторангидритовое сырье, комплексный метод управления процессами структурообразования, метод дифференциальной микрокалоримет-



рии, метод объемных фазовых характеристик, структурообразование вяжущих из фторангидрита

**Для цитирования:** Аниканова Л.А., Волкова О.В., Кудяков А.И., Бурьянов А.Ф. Прогнозирование процессов структурообразования вяжущих из активированного фторангидритового сырья // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 232–246. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-232-246. EDN: XSFUKU

## ORIGINAL ARTICLE

**STRUCTURE FORMATION IN BINDERS FROM ACTIVATED ACID FLUORIDE RAW MATERIALS**

Lubov A. Anikanova<sup>1</sup>, Olga V. Volkova<sup>1</sup>, Aleksandr I. Kudyakov<sup>1</sup>,  
Aleksandr F. Byraynov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia*

<sup>2</sup>*The National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia*

**Abstract.** The current problem of modern science and construction is a complex processing of mineral raw materials involving secondary raw materials. It saves natural resources and helps to solve environmental problems. However, heterogeneity of secondary raw materials in terms of chemical, mineralogical, and grain size distribution slows down the process of recycling acid fluoride raw materials. To produce building compositions with the required parameters in gypsum-containing systems, it is necessary to create the best crystallization conditions, including crystallization rate (kinetics of structure formation). To determine the time and conditions of crystallization, it is necessary to establish the relationship between the kinetics of structure formation and their phase composition, that is, the content of solid, liquid and gas phases in order to increase the solid phase concentration.

**Methodology/approach:** The differential microcalorimetry and volumetric phase characteristics are used to study the acid fluoride structure. These methods have not been previously used to study the hydration process of binders from activated acid fluoride raw materials in order to predict the kinetics of hydration and solidification.

**Research findings:** The paper analyzes the mechanism of hydration and hardening of acid fluoride binders according to the heat release kinetics and physicochemical methods, which confirm that hydration of acid fluoride binder is accompanied by the initial formation of colloidal solution of initial hydration products and subsequent crystallization of the obtained products. The process duration and intensity depends on the type and amount of the introduced additives-activators. The hydration processes in the system is accompanied by a decrease in the free pore space, the system compaction. The structural properties of the final state are predetermined not only by the initial state, but also the mineralogical composition, dispersion, time and conditions of hardening.

**Keywords:** acid fluoride raw materials, structure formation, volumetric phase characteristics

**For citation:** Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyakov A.I., Bur'yanov A.F. Structure Formation in Binders from Activated Acid Fluoride Raw Materials. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 232–246. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-232-246. EDN: XSFUKU

## Введение

Высокая энергоемкость производства строительных материалов, истощение запасов природного сырья диктуют новые задачи по поиску рациональных способов получения материалов с необходимыми эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими высокую экологическую безопасность и экономическую целесообразность. Это в полной мере относится и ко вторичному ангидритовому сырью, которое образуется при производстве фторидов, – фторангидриту. Использование вторичного ангидритового сырья и разработка инновационных технологических процессов изготовления строительных материалов на его основе вносят заметный вклад в решение проблемы ресурсо- и энергосбережения в строительстве России [1–17].

Во всем мире фторангидрит как вторичный продукт химического производства получают во вращающихся барабанных печах Бишопа по реакции



Следует отметить, что на каждом фтороводородном производстве существуют особенности проведения данного химического процесса, которые сопровождают различия в физико-химических свойствах фторангидритового сырья для производства строительных материалов.

Практический аспект эффективного решения проблемы утилизации сырья связан с необходимостью формирования комплексов безотходных производств в составе региональных промышленных кластеров. Рациональное использование фторангидрита в производстве строительных материалов зависит от степени изученности техногенных отходов предприятий как потенциальных сырьевых компонентов для конструирования и синтеза структур строительных композитов, создания научно обоснованных принципов и технологий структурообразования систем твердения и получения искусственного камня, который должен пройти тестирование, идентификацию и диагностику с точки зрения его функциональных возможностей.

Являясь побочным продуктом химической реакции, данное сырье не обладает вяжущими свойствами, что не позволяет использовать традиционные методы активации, связанные с производством гипсовых вяжущих, требуется создание в твердеющей системе оптимального уровня пересыщения и обеспечение требуемой скорости кристаллизации [3, 4, 5, 6]. С целью управления процессами структурообразования вяжущего из нейтрализованного фторангидрита использованы методы, позволяющие оценить процесс гидратации и структурообразования вяжущего из нейтрализованного фторангидрита в ранний период гидратации (до 3 сут) и более поздние сроки твердения (до 28 сут).

## Материалы и методы

В качестве сырья для производства использован фторангидрит (ФТА), химический и гранулометрический состав которого представлен в табл. 1; сульфат натрия (ГОСТ 6318–77); комовая известь второго сорта (ГОСТ 9179–2018).

Проведенные рентгеноструктурные исследования показывают [5, 10], что фторангидрит содержит нерастворимый сульфат кальция (ангидрит) и фторид кальция. Твердый отход плавиковых печей имеет насыпную плотность

1370–1570 кг/м<sup>3</sup>, истинная плотность равна 2900 кг/м<sup>3</sup> [7, 8], при этом содержание водорастворимого сульфата кальция в пробах составило 10–18 %.

Таблица 1

**Химический и гранулометрический состав ФТА**

Table 1

**Chemical composition and grain size of acid fluoride**

Температура образования, °С	Химический состав фторангидрита, масс. %				Размер гранул (мм) и их содержание, масс. %				
	CaSO <sub>4</sub>	CaF <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HF	Более 5	2,5–5	0,63–2,5	0,315–0,63	0,16–0,315
180–250	88,5–98,2	0,5–1,8	0,5–10,0	0,01–0,2	6,7–20,2	8,7–20,0	4,2–7,2	14,5–46,2	29,4–39,2

Вяжущее из фторангидрита (ФТАВ) получено совместным помолом в дезинтеграторе усредненной пробы фторангидрита с добавкой комовой извести второго сорта. Избыток извести колебался в пределах 2,5–5,0 %. Сульфат натрия применен в качестве активатора твердения фторангидритового вяжущего в количестве 2 % от массы вяжущего. Тонкость помола составила 400 м<sup>2</sup>/кг. Для повышения однородности смеси брали усредненную пробу, полученную перемешиванием общей пробы произведенного за сутки фторангидрита, извлеченного из разных мест, в количестве 50 кг. При проведении исследований использовалось фторангидритовое вяжущее с В/Т 0,4–0,5. Для определения предела прочности при сжатии вяжущего в возрасте 3 и 28 сут формовались стандартные образцы-балочки, которые твердели в воздушно-сухих условиях при температуре 20 °С.

В качестве основного экспериментального метода прогнозирования свойств вяжущего из фторангидрита применен метод дифференциальной микрокалориметрии (ДМК), в качестве расчетного метода прогнозирования представлен метод объемных фазовых характеристик [7, 8, 9]. Данные методы разработаны для оценки процессов структурообразования цементных систем, при исследовании процессов гидратации вяжущих из вторичного сырья указанные методики ранее не использовались. Микрокалориметр содержит две ячейки, в одну из них помещают сухое фторангидритовое вяжущее в количестве 1,46 г, в другую – 1 г вяжущего и 0,46 г дистиллированной воды для обеспечения равенства масс обеих ячеек. В отличие от зависимостей тепловыделения в микрокалориметрах известных конструкций, в данном микрокалориметре возможна регистрация тепловыделения в течение 3 сут.

**Результаты и обсуждение**

Способы переработки и рационального использования фторангидрита связаны с его химическим составом и способами прогнозирования процессов формирования структуры в ходе переработки для получения вяжущих и стеновых материалов. Авторами разработана методология тестирования вяжущих свойств активированного фторангидрита для производства строительных материалов (рис. 1) с учетом его состава, структуры и свойств, которая позволяет

систематизировать основные подходы и методы воздействия на вторичное сырье, изучать процессы структурообразования на известных уровнях с целью направленного применения в технологиях производства вяжущих и строительных материалов на их основе. Для получения комплекса характеристик использованы механический, механохимический и физико-химический способы. Методология связана с исследованием процессов структурообразования на разных ступенях от наноструктуры до макроструктуры.

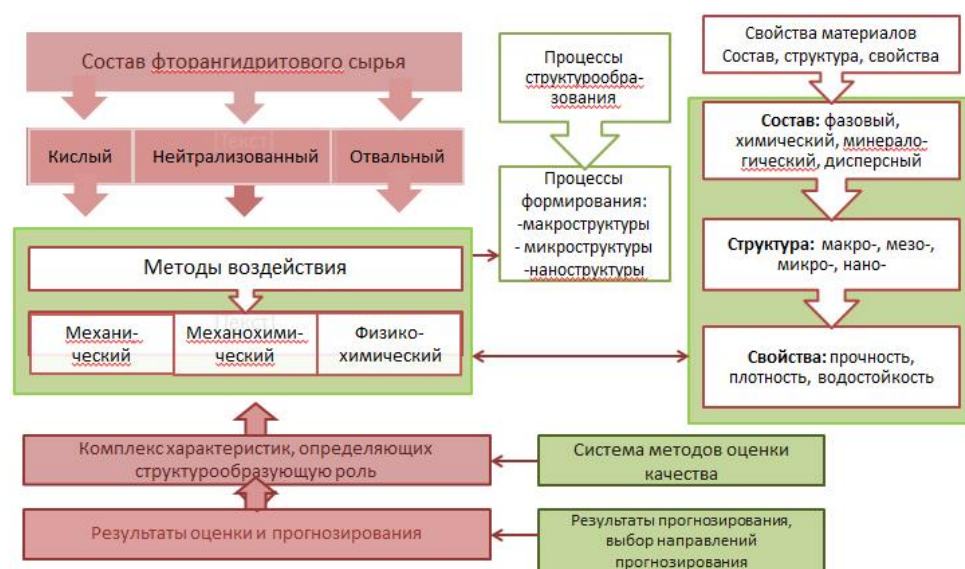


Рис. 1. Методология тестирования вяжущих свойств активированного фторангидрита  
Fig. 1. Methodology for testing binding properties of activated acid fluoride raw materials for building material production

Методология связана с оценкой состава, структуры и свойств фторангидрита, изучением роли в формировании структуры, прогнозированием основных методов воздействий на вторичное сырье с целью его активации. От вида сырья и способов энергетических воздействий зависят процессы структурообразования вяжущих и материалов на их основе. По представленной методологии тестирования установлено, что для производства строительных материалов можно использовать фторангидрит, на зернах которого адсорбирована остаточная серная кислота (кислый фторангидрит), нейтрализованный различными щелочными компонентами, фторангидрит (нейтрализованный) и отвалный. От результатов прогнозирования свойств вторичного сырья и определения комплекса характеристик, определяющих его структурообразующую роль, зависит применение этого сырья для производства строительных материалов с требуемыми характеристиками. Самым многотоннажным продуктом предприятий является нейтрализованный фторангидрит, который может быть использован в качестве вяжущего вещества для производства строительных материалов (стеновых блоков, сухих строительных смесей). При изучении вопросов прогнозирования свойств вяжущего применены новые инструментальные мето-

дики (дифференциальная микрокалориметрия) и расчетные методики (метод объемных фазовых характеристик).

Гидратация и структурообразование фторангидритовых вяжущих происходят с выделением тепла, при количественном определении которого в кинетике можно получить дополнительные научные данные для объяснения механизма этого процесса. При проведении исследований инструментальное определение тепловыделения при раннем структурообразовании фторангидритовых композиционных вяжущих осуществлялось с использованием ДМК по разнице температур между сухим порошком (эталон) и фторангидритовой композицией с заданным содержанием воды, находящихся в двух теплоизолированных калориметрических ячейках (КЯ).

Результаты исследования кинетики тепловыделения при раннем структурообразовании фторангидритового и гипсового вяжущих приведены на рис. 2–4. С целью сопоставления процессов тепловыделения в исследуемых системах представлены результаты анализа систем: строительный гипс – вода (рис. 2), фторангидритовое вяжущее – вода (рис. 3), фторангидритовое вяжущее – сульфат натрия – вода (рис. 4). Первый интенсивный максимум тепловыделения обусловлен уменьшением поверхностной энергии твердой фазы и выделением теплоты смачивания. Движущая сила взаимодействия вяжущего с водой предопределяется величиной суммарного теплового эффекта двух составляющих: теплового эффекта гидратации  $Q_{\text{г}}$  и теплового эффекта разрушения и диспергирования кристаллической решетки  $Q_{\text{д}}$  частиц вяжущего [7, 8]:

$$\Delta Q = Q_{\text{г}} + (Q_{\text{д}}).$$

Длительность тепловыделения зависит от активности вяжущего и массы навески. Кроме того, интенсивность реакций взаимодействия вяжущего с водой определяется величиной суммарного теплового эффекта гидратации и теплового эффекта диспергирования кристаллической решетки минералов. При смачивании вяжущего водой выделяемая теплота смачивания, которая расходуется на повышение температуры системы, при последующем диспергировании резко снижается в результате поглощения этого тепла ( $Q_{\text{д}} > Q_{\text{г}}$ ), поэтому о процессе и механизме взаимодействия вяжущих систем с водой можно судить по изменению разности температур сухого и влажного материалов во времени. Завершенность процессов гидратации и диспергирования строительного гипса проявляется в характере первого максимума кривой тепловыделения, в котором после интенсивного тепловыделения, связанного с процессом смачивания, начинают преобладать процессы, связанные с затратой тепла на диспергирование, что согласуется с данными других ученых [7]. При этом процессы диспергирования в системе гипс – вода заканчиваются в индукционном периоде гидратации (рис. 2).

Следует уточнить, что у строительного гипса этот процесс идет очень активно по сравнению с вяжущими системами с использованием вторичного сырья, длительность процесса диспергирования и растворения составляет 18 мин, после чего начинается процесс кристаллизации двуводного гипса, сопровождающийся выделением тепла. Длительность процессов тепловыделения, диспергирования, кристаллизации и охлаждения у строительного гипса составляет 2 ч. После контакта фторангидритового вяжущего без добавок с водой температура

смачивания существенно меньше, чем в первом случае, и составляет  $1,7^{\circ}\text{C}$ . Небольшие всплески диспергирования и кристаллизации связаны, вероятно, с присутствием во фторангидритовом вяжущем растворимой формы сульфата кальция. При этом происходит циклическое повторение процессов растворения и кристаллизации накопившихся продуктов через 1 сут в течение 3 сут (рис. 3).

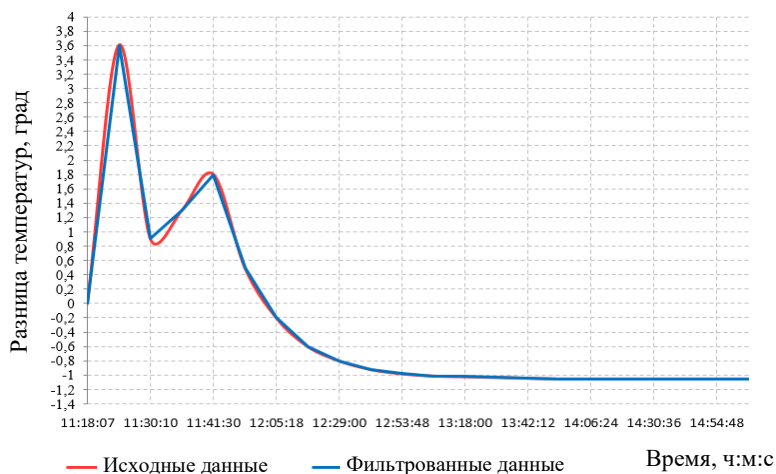


Рис. 2. Кинетика тепловыделения композиции строительный гипс – вода  
Fig. 2. Kinetics of heat release of building gypsum-water composition

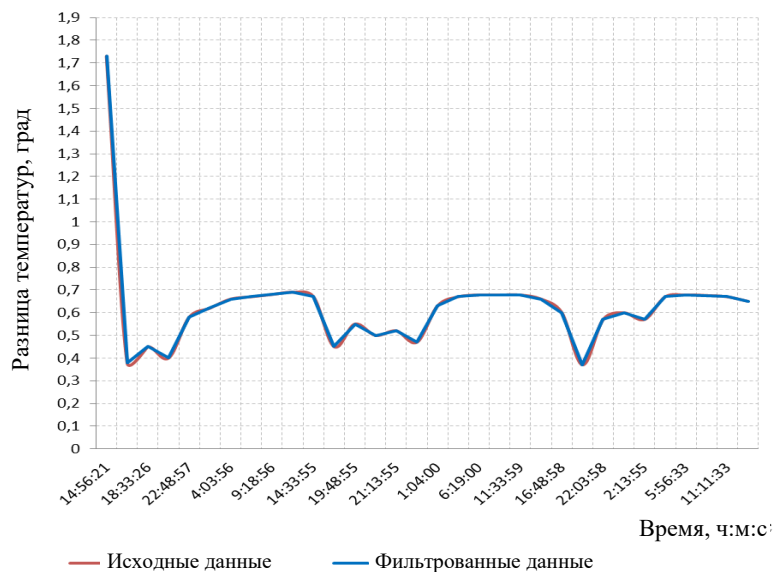


Рис. 3. Кинетика тепловыделения композиции ФТАВ – вода  
Fig. 3. Kinetics of heat release of acid fluoride-water composition over 3 days

Кинетика тепловыделения фторангидритового вяжущего с добавкой сульфата натрия также имеет циклический характер, и развитие процессов гид-

ратации и твердения происходит по типу системы цемент – вода, что отмечено авторами в ранее проведенных исследованиях [9]. С добавкой сульфата натрия интенсифицируются процессы растворения, процесс выделения тепла идет значительно быстрее (рис. 4).

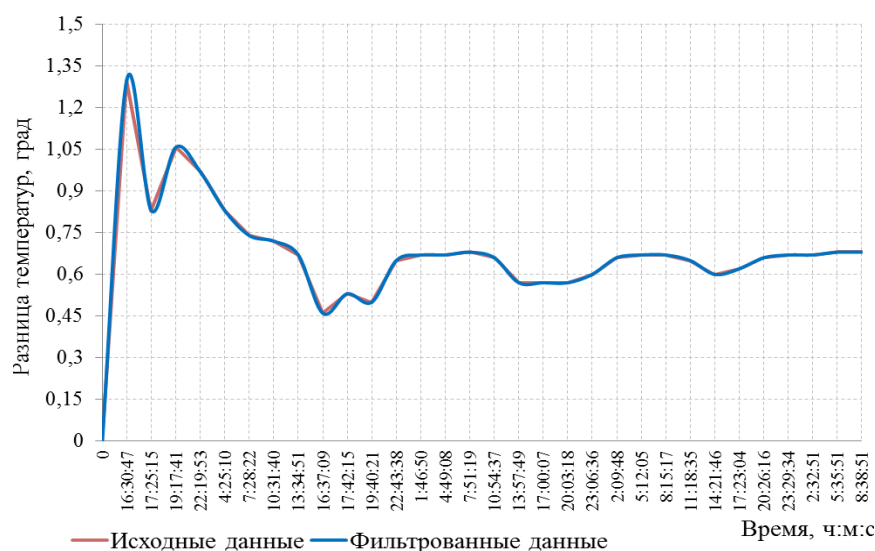


Рис. 4. Кинетика тепловыделения композиции ФТАВ – сульфат натрия – вода в течение 3 сут  
Fig. 4. Kinetics of heat release of sodium fluoride-sulfate-water composition over 3 days

Длительный второй индукционный период вяжущего с добавкой сульфата натрия связан, вероятно, с растворением образовавшихся двойных солей сульфата натрия и сульфата кальция (глауберита). При этом процесс растворения и кристаллизации также имеет циклический характер. Длительность первого индукционного периода практически одинакова, однако через определенное время для всех систем температура вновь начинает увеличиваться за счет выделения тепла кристаллизации ( $Q_{кр}$ ).

В состоянии равновесия тепло затрачивается на диспергирование, при этом количество тепла, затраченное на диспергирование, выше количества тепла, выделяемого при кристаллизации. При переходе из коллоидного состояния в кристаллическое при объединении первичных продуктов в более крупные и стабильные агрегаты плотность гидратированных продуктов увеличивается, при этом появляются свободный объем и вода, что способствует дальнейшему протеканию процессов гидратации.

Цикличность гидратации фторангидритового вяжущего без добавок и с добавками является основным признаком, отличающим его от строительного гипса, при гидратации которого происходит сначала полное диспергирование вяжущего и связывание практически всей воды затворения, а затем развиваются процессы перекристаллизации с участием первичных продуктов гидратации. Анализ механизмов гидратации и твердения фторангидритовых вяжущих, по данным кинетики тепловыделения и результатам физико-химических методов исследований, подтверждает, что взаимодействие вяжущего с во-



дой сопровождается топохимической коллоидацией исходных продуктов гидратации. Механизм гидратации фторангидритового вяжущего, согласно данным кинетики тепловыделения, проявляется в периодической топохимической коллоидации гидратирующихся веществ и последующей кристаллизации образовавшихся продуктов гидратации. Длительность и интенсивность процессов зависят от вида и количества вводимых добавок-активаторов, что согласуется с данными авторов исследований процессов структурообразования гипсовых и цементных вяжущих и авторов данной работы [7, 8, 9].

Расчетный метод процессов структурообразования фторангидритовых вяжущих связан с их высокой дисперсностью ( $S_{уд} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$ ), полученной с применением энергетических методов воздействия на систему, измельчением вторичного нейтрализованного сырья в дезинтергаторе. Именно высокая дисперсность является необходимым условием для эффективного протекания физико-химических процессов, связанных с синтезом новых соединений или формированием конечной структуры [8], поэтому нужны параметры, которые позволят оценить перестройку структуры независимо от состава и свойств. Таким требованиям удовлетворяют объемные фазовые характеристики структуры [7, 8, 9], прежде всего объемное содержание твердой фазы.

Технологический процесс получения материалов на основе дисперсных систем (Т+Ж+Г) состоит из четырех основных стадий: приготовления исходной дисперсной системы, придания ей необходимой формы, перевода коагуляционной структуры изделий в конденсационную и далее – в структуру более высокого порядка и прочности – кристаллизационную. Несмотря на достаточно высокий уровень знаний, достигнутый при исследовании процессов приготовления дисперсных систем, формования изделий и конденсационно-кристаллизационного структурообразования, отсутствие системного подхода и единых критериев для оценки свойств дисперсной системы на всех стадиях технологического процесса не позволяет с достаточной эффективностью использовать имеющиеся знания для управления процессом трансформации структур как единым и непрерывным процессом формирования структуры изделий на основе дисперсных систем.

Наиболее широкое распространение для оценки количественного соотношения между фазами получил способ, учитывающий массовое содержание жидкой и твердой фаз [9].

Основным преимуществом использования объемных фазовых характеристик является возможность оценки не только качественного, но и количественного состава дисперсной системы, при этом справедливо равенство, являющееся математическим выражением закона постоянства объемного фазового состава дисперсной структуры или системы, согласно которому, независимо от разновидности системы и способа воздействия на нее, в любой момент времени сумма объемных концентраций твердой, жидкой и газообразной фаз системы есть величина постоянная:

$$K_{т1} + K_{ж1} + K_{г1} = K_{т2} + K_{ж2} + K_{г2} = K_{тн} + K_{жн} + K_{гн} = 1, \quad (2)$$

где  $K_t$ ,  $K_j$ ,  $K_g$  – объемное содержание твердой, жидкой и газообразной фаз в системе на соответствующей технологической стадии.

Все параметры, предлагаемые для оценки структурообразования при гидратации и твердении фторангидритового вяжущего, находятся в тесной взаимосвязи, в основе которой лежат значения  $K_{T1}$  и  $K_{T2}$ . В связи с длительностью процессов гидратации и твердения и изменением фазового состава ФТАВ параметры  $K_t$ ,  $K_{ж}$ ,  $K_g$  меняются и отображают процесс формирования структуры с течением времени.

Основные параметры расчета объемных фазовых характеристик представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Основные параметры расчета объемных фазовых характеристик**

Table 2

**Calculating parameters for volumetric phase compositions**

№ п/п	Основные параметры	Формула для расчета
1	Объемное содержание твердой фазы	$K_{T1} = \rho_m / \rho_n$
2	Объемное содержание жидкой фазы	$K_{ж1} = W \rho_m / \rho_{ж}$
3	Объемное содержание газообразной фазы	$K_{г1} = 1 - (K_{T1} + K_{ж1})$
4	Интенсивность перестройки структуры	$n = \frac{K_{T2}}{1 - K_{T2}} / \frac{K_{T1}}{1 - K_{T1}}$
5	Степень перестройки структуры	$\alpha_n = \frac{n-1}{n}$ , отн. ед., или $n = \frac{1}{1 - \alpha_n}$
6	Степень гидратации по твердой фазе	$\alpha_{тг} = \frac{K_{T2} - K_{T1}}{K_{T1}}$ , отн. ед.
7	Степень гидратации по жидкой фазе	$\alpha_{гж} = \frac{K_{ж1} - K_{ж2}}{K_{ж1}}$ , отн. ед.
8	Степень заполнения исходного порового пространства продуктами гидратации	$N = \frac{K_{T2} - K_{T1}}{1 - K_{T1}}$ , отн. ед.

В табл. 2 величины  $\rho_m$  и  $\rho_w$  – средняя и истинная плотность образцов вяжущего. Образцы изготавливались литьевым методом из фторангидритового теста с водотвердым отношением (В/Т): 0,5; 0,45; 0,4. После извлечения образцов из форм определялась их масса, объем и плотность во влажном состоянии ( $\rho_{вл}$ ). Средняя плотность образцов ФТА ( $\rho_m$ ), кг/м<sup>3</sup>, рассчитывается по формуле

$$\rho_m = \frac{\rho_{вл}}{1 + W}, \quad (3)$$

где  $W$  – В/Т отношение в образце.

В табл. 3 представлены значения, характеризующие изменение фазового состава и основных характеристик структуры фторангидритового вяжущего с течением времени гидратации. Показано, что максимальная степень гидратации вяжущего в возрасте 28 сут составляет 0,29 ( $\alpha_{\text{ГТ}} = 0,29$ ) при  $N = 0,46$ . Это означает, что пока свободное поровое пространство системы не будет заполнено на 46 % продуктами гидратации, мы не получим максимальную прочность вяжущего. В начальные сроки твердения степень гидратации минимальна, особенно в первые трое суток, но в более поздние сроки интенсивность протекания этих процессов незначительно повышается, о чем можно судить по значениям констант скорости гидратации и величине степени гидратации ( $\alpha_{\text{ГТ}}$ ). Последнее объясняется ограниченной величиной исходного свободного порового пространства ( $1 - K_{\text{Т1}}$ ), в котором образовавшиеся продукты гидратации при перекристаллизации твердеют и образуют достаточно прочную структуру ФТАВ. Таким образом, развитие процессов гидратации в системе сопровождается уменьшением свободного порового пространства ( $\Pi = 1 - K_{\text{Т1}}$ ) и уплотнением системы ( $n = 1,01-1,53$ ).

Таблица 3

**Изменение фазового состава образцов  
и основных характеристик их структуры**

Table 3

**Phase composition and main structural properties**

$K_{\text{Т1}}$	$K_{\text{Т2}}$	$N$	$n$	$\alpha_n$	$\alpha_{\text{ГТ}}$	$R_{\text{сж}}$ , МПа
После 3 сут твердения						
0,40	0,40	0,01	1,01	0,01	0,01	1,0
0,39	0,41	0,04	1,1	0,09	0,06	1,5
0,36	0,39	0,04	1,13	0,11	0,08	0,8
После 28 сут твердения						
0,40	0,46	0,45	1,26	0,2	0,14	4,4
0,39	0,49	0,45	1,48	0,32	0,25	5,4
0,36	0,46	0,46	1,53	0,35	0,29	5,8

По результатам расчетов построена фазовая диаграмма процессов гидратации и твердения вяжущего, показано, что интенсивность процессов гидратации вяжущего без применения добавок минимальна, особенно в первые трое суток, но в более поздние сроки интенсивность протекания этих процессов незначительно повышается, о чем можно судить по значениям констант скорости гидратации и величине степени гидратации ( $\alpha_{\text{ГТ}}$ ). Фазовая диаграмма процессов гидратации и твердения (рис. 5) построена для образцов с  $K_{\text{Т1}} = 0,39$ . Проводим вспомогательные горизонтальные линии  $AB$  и  $BC$ . При гидратации вяжущего вода связывается и образуются продукты гидратации с меньшей истинной плотностью, в результате объемная доля твердой фазы увеличивается, поэтому на диаграмме присутствуют вспомогательные линии:  $K_{\text{Т2}} = \text{const}$  – для ангидритового камня в возрасте 3, 7, 14, 28 сут;  $K_{\text{Т2}} = 0,41$  при  $\tau = 3$  сут;  $K_{\text{Т2}} = 0,42$  при  $\tau = 7$  сут;  $K_{\text{Т2}} = 0,45$  при  $\tau = 14$  сут;  $K_{\text{Т2}} = 0,49$  при  $\tau = 28$  сут. Для

дальнейшего построения используем треугольник  $K_{\text{ж}}$ ,  $K_{\text{т}}$ ,  $K_{\text{г}}$ , сторона которого  $K_{\text{ж}}$ ,  $K_{\text{г}}$  характеризует величину начального свободного порового пространства  $(K_{\text{ж}} + K_{\text{г}}) = 1 - K_{\text{т1}}$ .

Графическое изображение изменений фазового состава при гидратации и твердении позволяет проводить количественную оценку этих измерений при различном В/Т отношении, воздействии давления, температуры, изменении дисперсности и различных химических добавок. При использовании фазовых характеристик начального и конечного параметров системы, выраженных в предложенных формулах и представленных на фазовой диаграмме, упрощается проведение расчетов степени гидратации по твердой и жидкой фазам, степени заполнения порового пространства продуктами гидратации, степени перестройки структуры и интенсивности протекания процессов гидратации (рис. 5).

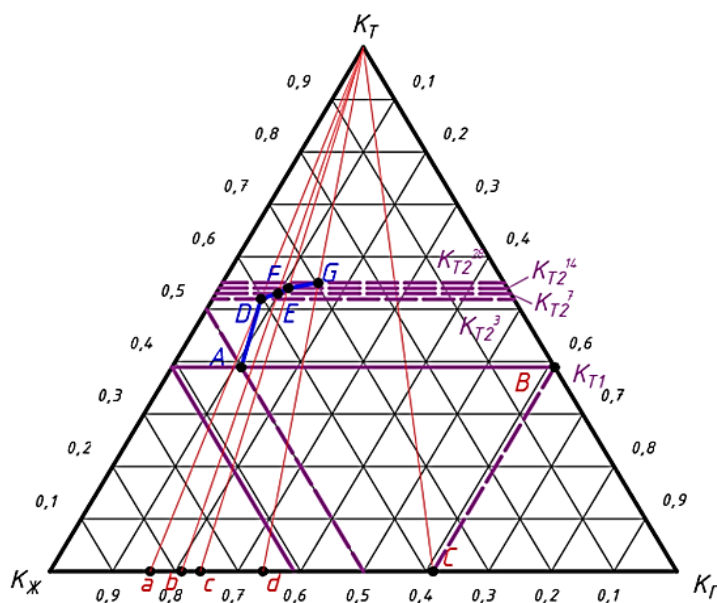


Рис. 5. Фазовая диаграмма процессов гидратации и твердения  
Fig. 5. Phase diagram of hydration and hardening processes

Закон постоянства объемного фазового состава дисперсных систем позволяет представить все изменения в системе ФТ – вода графически в тройной системе координат  $K_{\text{т}}$  –  $K_{\text{ж}}$  –  $K_{\text{г}}$ .

### Заключение

Механизм гидратации фторангидридных вяжущих можно представить по данным кинетики тепловыделения (микрокалориметрический способ) и расчетным методом (метод объемных фазовых характеристик).

Анализ механизмов гидратации и твердения фторангидридных вяжущих, по данным кинетики тепловыделения и результатам физико-химических методов исследований, подтверждает, что гидратация ФТАВ сопровождается коллоидацией исходных продуктов гидратации и последующей кристаллиза-

цией образовавшихся продуктов гидратации. Длительность и интенсивность процессов зависят от вида и количества вводимых добавок-активаторов. Развитие процессов гидратации в системе сопровождается уменьшением свободного порового пространства и уплотнением системы, причем структурные характеристики конечного состояния предопределяются не только их значением в начальном состоянии, но и минералогическим составом, дисперсностью, временем и условиями твердения.

Изготавливая образцы с начальным значением объемного содержания твердой фазы ( $K_{T1}$ ), можно в кинетике определить значения объемного содержания твердой фазы в более поздние сроки твердения и получить информацию о протекании процессов гидратации, что позволяет прогнозировать кинетику процессов структурообразования строительных материалов с использованием фторангидритового вяжущего в зависимости от его исходных характеристик.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гаркави М.С., Артамонов А.В., Колодежная Е.В., Дергунов С.А., Сериков С.В. Механохимический синтез композиционных ангидритовых вяжущих // Строительные материалы. 2023. № 10. С. 52–57. DOI: 10.31659/0585-430X-2023-818-10-52-57
2. Гордина А.Ф., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Гуменюк А.Н., Украинцева В.М., Бурьянов А.Ф. Неавтоклавный газобетон на основе сульфатсодержащего техногенного отхода // Строительные материалы. 2023. № 10. С. 42–46. DOI: 10.31659/0585-430X-2023-818-10-42-46
3. Бекмансуров М.Р., Яковлев Г.И., Гордина А.Ф., Кузьмина Н.В., Саидова З.С., Александров А.М., Жуков А.Н. Быстротвердеющий состав на основе фторангидрита для послойной экструзии (3D-печати) // Строительные материалы. 2023. № 6. С. 65–69. DOI: 10.31659/0585-430X-2023-814-6-65-69
4. Мешков П.И., Мокин В.А. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей // Строительные материалы. 2000. № 5. С. 12–14. EDN: IAJMZF
5. Белов В.В., Бурьянов А.Ф., Яковлев Г.И., Петропавловская В.Б., Фишер Х.-Б., Маева И.С., Новиченкова Т.Б. Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция. Москва : Де Нова, 2012. 196 с. EDN: VMADIZ
6. Капустин Ф.Л., Пьячев В.А., Пономаренко А.А. Влияние кондиционированного фторангидрита на свойства портландцемента // Цемент и его применение. 2011. № 4. С. 134–136. EDN: OGKYNH
7. Лотов В.А. Использование дифференциального микрокалориметра новой конструкции при исследовании тепловыделения в дисперсных системах // XV Международная конференция по термическому анализу и калориметрии в России (RTAC 2016). Санкт-Петербург : СПбПУ, 2016. Т. 2. С. 428–431.
8. Лотов В.А. О взаимодействии частиц цемента с водой или вариант механизма процессов гидратации и твердения цемента // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329 (1). С. 99–110. EDN: YRUNBF
9. Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyaov A.I., Lotov V.A. Hydration Processes of Anhydrite-Containing Binders Using Volumetric Phase Composition // Innovations and Technologies in Construction. BUILDINTECH BIT 2021. Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. V. 151. P. 215–221. DOI: 10.1007/978-3-030-72910-3\_31
10. Чернышов Е.М., Потамошнев Н.Д., Монастырев П.В., Ярцев В.П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная эколого-экономическая проблема развития территорий и градостроительства // Вопросы современной науки и практики. 2016. № 4 (62). С. 67–86. DOI: 10.17277/voprosy.2016.04.pp.067-086
11. Аниканова Л.А., Волкова О.В., Кудяков А.И., Курмангалиева А.И. Активированное композиционное фторангидритовое вяжущее // Строительные материалы. 2019. № 1–2. С. 36–42. DOI: 10.31659/0585-430X-2019-767-1-2-36-42

12. Аниканова Л.А., Кудяков А.И., Волкова О.В. Стеновые и отделочные материалы с использованием фторангидрита // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015. № 1. С. 230–234. EDN: UGQMOV
13. Kudyakov A.I., Anikanova L.A., Tolstov D.S. Influence of crystallized glyoxal on properties of gypsum construction mixes // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2015. P. 1–6. DOI: 10.1088/1757-899X/71/1/012007
14. Tschernyschova N., Schamai Issa E.L. Gips-Zement-Systeme auf Basis von Rohstoffenaus Landern des Nahen Ostens // 2 Weimar Gypsum Cjnferehse Weimar. 2014. P. 259–266.
15. Сулимова Е.В., Ланидус М.А., Гаркави М.С. Вопросы твердения ангидритовых вяжущих // Строительные материалы. 1993. № 7. С. 12–17.
16. Kudyakov A.I., Anikanova L.A., Redlikh V.V. Composite Binding Acid Fluoride Materials for Fencing Structures // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Journal of Construction and Architecture. 2012. № 1 (34). С. 106–111. EDN: OUJYGB
17. Kurmangalieva A.I., Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyakov A.I., Sarkisov Yu.S., Abzaev Yu.A. Activation of Hardening Processes of Fluorogypsum Compositions by Chemical Additives of Sodium Salts // ChemChemTech. 2020. V. 63. № 8. P. 73–80. DOI: 10.6060/ivkkt.20206308.6137. EDN: IRNXEH

## REFERENCES

1. Garkavi M.S., Artamonov A.V., Kolodezhnaya E.V., Dergunov S.A. Mechanochemical Synthesis of Composite Anhydrite Binders. *Stroitel'nye materialy*. 2023; 10: 52–57. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-818-10-52-57> (In Russian)
2. Gordina A.F., Yakovlev G.I., Pervushin G.N., Gumenyuk A.N., Ukraintseva V.M., Bur'yanov A.F. Non-Autoclaved Aerated Concrete Based on Sulfate-Containing Technogenic Waste. *Stroitel'nye materialy*. 2023; 10: 42–46. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-818-10-42-46> (In Russian)
3. Bekmansurov M.R., Yakovlev G.I., Gordina A.F., Kuz'mina N.V., Saidova Z.S., Aleksandrov A.M., Zhukov A.N. Fast-Hardening Composition Based on Acid Fluoride for Layer-by-Layer Extrusion (3D printing). *Stroitel'nye materialy*. 2023; 6: 65–69. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-814-6-65-69> (In Russian)
4. Meshkov P.I., Mokin V.A. Methods of Optimization of Dry Building Mixture Compositions. *Stroitel'nye materialy*. 2000; 5: 12–14. EDN: IAJMZF (In Russian)
5. Belov V.V., Bur'yanov A.F., Yakovlev G.I., Petropavlovskaya V.B., Fisher Kh.-B., Maeva I.S., Novichenkova T.B. Structure and Property Modification of Building Composites Based on Calcium Sulfate. Moscow: De Nova, 2012. 196 p. EDN: VMADIZ (In Russian)
6. Kapustin L.F., P'yachev V.A., Ponomarenko A.A. Effect of Conditioned Acid Fluoride on Portland Cement Properties. *Tsement i ego primeneniye*. 2011; 4: 134–136 EDN: OGKYHX (In Russian)
7. Lotov V.A. A New Differential Microcalorimeter in Heat Release in Disperse Systems. In: *Proc. 15th Int. Sci. Conf. on Thermal Analysis and Calorimetry in Russia*. Saint-Petersburg, 2016. Vol. 2. Pp. 428–431. (In Russian)
8. Lotov V.A. Interaction of Cement Particles with Water or Processes of Cement Hydration and Hardening. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2018; 329 (1): 99–110. (In Russian)
9. Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyakov A.I., Lotov V.A. Hydration Processes of Anhydrite-Containing Binders Using Volumetric Phase Composition. In: *Proc. Sci. Conf. 'Innovations and Technologies in Construction'. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 151. 2021. Pp. 215–221. DOI: 10.1007/978-3-030-72910-3\_31
10. Chernyshov E.M., Potamoshneva N.D., Monastirev P.V., Yartsev V.P. Construction-Technological Utilization of Technogenic Wastes as a Complex System Problem of Territorial Development and Urban Planning. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki*. 2016; 4 (62): 67–86. DOI: 10.17277/voprosy.2016.04.pp.067-086 (In Russian)
11. Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyakov A.I., Kurmangalieva A.I. Activated Composite Fluoride Binder. *Stroitel'nye materialy*. 2019; (1–2): 36–42. DOI: 10.31659/0585-430X-2019-767-1-2-36-42 (In Russian)
12. Anikanova L.A., Kudyakov A.I., Volkova O.V. Wall and Finishing Materials based on Acid Fluoride. *Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki*. 2015; (1): 230–234. (In Russian)

13. Kudyakov A.I., Anikanova L.A., Tolstov D.S. Influence of Crystallized Glyoxal on Properties of Gypsum Construction Mixes. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. Bristol, England, 2015. Pp. 1–6. DOI:10.1088/1757-899X/71/1/012007
14. Tschernyschova N., Schamai Issa E.L. Gips-Zement-Systeme auf Basis von Rohstoffenaus Ländern des Nahen Ostens. In: *Proc. 2nd Gypsum Conf.* Weimar, 2014. Pp. 259–266.
15. Sulimova E.V., Lapidus M.A., Garkavi M.S. Issues of Hardening of Anhydrite Binders. *Stroitel'nye materialy*. 1993; 7: 12–17. (In Russian)
16. Kudyakov A.I., Anikanova L.A., Redlikh V.V. Composite Binding Acid Fluoride Materials for Fencing Structures. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2012; (1 (34)): 106–111. EDN: OUJYGB
17. Kurmangalieva A.I., Anikanova L.A., Volkova O.V., Kudyakov A.I., Sarkisov Yu.S., Abzaev Yu.A. Activation of Hardening Processes of Fluorogypsum Compositions by Chemical Additives of Sodium Salts. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy khimiya khimicheskaya tekhnologiya*. 2020; 63 (8): 73–80. DOI: 10.6060/ivkkt.20206308.6137

#### Сведения об авторах

Аниканова Любовь Александровна, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная 2, alasmit@mail.ru

Волкова Ольга Витальевна, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная 2, v.olga.nikitina@gmail.com

Кудяков Александр Иванович, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная 2, kudyakow@mail.tomsknet.ru

Бурьянов Александр Федорович, докт. техн. наук, профессор, Национальный исследовательский московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, rga-service@mail.ru

#### Authors Details

Ljubov' A. Anikanova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, alasmit@mail.ru

Ol'ga V. Volkova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, v.olga.nikitina@gmail.com

Aleksandr I. Kudyakov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kudyakow@mail.tomsknet.ru

Aleksandr F. Byraynov, DSc, Professor, The National Research Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoe Road, 129337, Moscow, Russia, rga-service@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.



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

---

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

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 247–256.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 247–256.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 625.855.03:624.042.3

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-247-256

EDN: XVVLXX

### О ВОЗДЕЙСТВИИ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКИ НА АСФАЛЬТОБЕТОННУЮ ПЛИТУ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ С НЕРОВНОСТЯМИ

**Владимир Михайлович Картопольцев<sup>1,2</sup>,  
Александр Аверьянович Алексеев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*ООО «ДИАМОС», г. Томск, Россия*

**Аннотация.** *Актуальность.* Рассматривается актуальная задача анализа ударного воздействия временной автомобильной подвижной нагрузки при движении по покрытию проезжей части с неровностями.

*Цель работы.* Анализ дополнительного динамического эффекта, вызываемого неровностями плиты проезжей части.

*Результаты.* Ударная сила, действующая на плиту с учетом неровностей проезжей части от движения транспортных средств, определена в виде комплексной функции в зависимости от параметров движения транспорта, инерции и перемещений в плите.

**Ключевые слова:** удар, инерция, неровности, нагрузка, частота, период, скорость

**Для цитирования:** Картопольцев В.М., Алексеев А.А. О воздействии подвижной нагрузки на асфальтобетонную плиту проезжей части с неровностями // Вестник

Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 247–256. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-247-256. EDN: XVVLXX

## ORIGINAL ARTICLE

# LIVE LOAD EFFECT ON A CARRIAGEWAY SLAB WITH IRREGULARITIES

Vladimir M. Kartopol'tsev<sup>1,2</sup>, Aleksandr A. Alekseev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>ООО "DIAMOS", Tomsk, Russia

**Abstract.** The paper studies the live load impact on the road pavement with irregularities.

**Purpose:** The analysis of the additional dynamic effect caused by irregularities of the carriageway slab.

**Research findings:** The impact load acting on the slab, considering the unevenness of the roadway from the vehicle movement, is determined as a complex function depending on the traffic parameters, inertia and slab motion.

**Keywords:** impact, energy, irregularities, load, frequency, carriageway slab, speed

**For citation:** Kartopol'tsev V.M., Alekseev A.A. Live Load Effect on a Carriageway Slab with Irregularities. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 247–256. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-247-256. EDN: XVVLXX

Движение автомобильного транспорта в виде одиночных экипажей или случайного транспортного потока по асфальтобетонному покрытию проезжей части дорог и мостов с неровностями на поверхности типа впадин или выступов вызывает дополнительные колебания в плите вследствие периодических или одиночных ударов колес. Ударная нагрузка от падающих колес автомобиля во впадину (с выступа) некоторой глубины  $h$  представляется в виде последовательности периодически повторяющихся импульсов, например, прямоугольной формы и величины  $S$  с использованием обобщенной функции теории соударения тел по методу Герца [1]. Величину импульсной нагрузки  $P(t)$  запишем в виде

$$P(t) = S \sum_{n=0}^{\infty} \delta(t - n \cdot T), \quad (1)$$

где  $\delta$  – функция Дирака;  $t$  – продолжительность удара колеса по плите;  $T = \frac{L}{V}$  – период повторных импульсов;  $L$  – расстояние между осями автомобиля;  $V$  – скорость движения автомобиля;  $n = 1, 2, \dots$  – количество осей автомобиля;

$S = m_1 \cdot V_1 = \int_0^t F(t) dt$  – конечный импульс;  $m_1 = m_1' + m_1''$  – масса ударной нагрузки;  $m_1'$  – масса неподрессорной нагрузки;  $m_1''$  – масса поддрессорной нагрузки;  $V_1 = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$  – скорость центра тяжести груза перед началом удара;

$V_0$  – скорость движения колес автомобиля до соударения;  $h$  – глубина или высота неровности.

Считается, что удар колеса автомобиля об асфальтобетонную плиту покрытия является неупругим в силу того, что после соударения осуществляется совместное движение колеса автомобиля и плиты из-за отсутствия местных деформаций сжатия на площадке контакта вследствие того, что жесткость асфальтобетонной плиты нежесткой дорожной одежды намного больше жесткости шины колеса автомобиля [2]. Ударная сила колеса за счет неровности включает конечную скорость центра тяжести падающего колеса перед соударением с плитой при условии свободного падения. Данный фактор учитывается в равенстве для определения импульса  $S$ :

$$S = m_1 \cdot V_1. \quad (2)$$

Рассматривая дифференциальное уравнение движения колеса перед соударением с плитой в проекциях  $X$  и  $Y$ , запишем равенство с начальными условиями:  $t = 0, x = 0, y = h, \dot{x} = V, \dot{y} = 0$  (рис. 1):

$$m_1 \cdot \ddot{x} = 0, \quad m_1 \cdot \ddot{y} = -Q_{\text{гр}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{гр}}$  – вес падающего груза (колеса) автомобиля, имеющего некоторую скорость движения  $V$  в горизонтальном направлении из условия свободного падения.

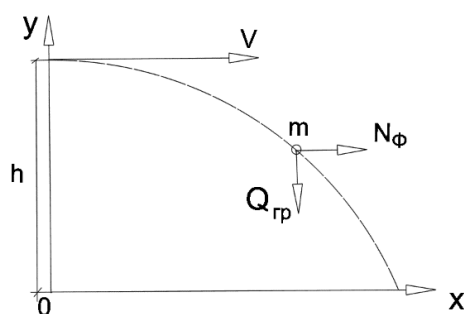


Рис. 1. Движение колеса при падении  
Fig. 1. Wheel movement when falling

В момент соударения начальная скорость движения плиты (изгиб)  $V_0$  определяется из закона сохранения количества энергии движения:

$$(m_1 + m)V_0 = m_1 \cdot V_1 + m \cdot V_2, \quad (4)$$

где  $V_2$  – скорость перемещения (изгиба) плиты покрытия до соударения,  $V_2 = 0$ ;  $V_1$  – скорость совместного движения колеса автомобиля и плиты после соударения;  $V_0$  – начальная скорость движения колеса.

Тогда 
$$V_0 = \frac{m_1}{m} V_1, \quad (5)$$

где  $m = m_1 + m_{\text{пл}}$  – общая масса системы «плита + колесо»;  $m_{\text{пл}}$  – масса плиты;  $m_1 = m_1' + m_1''$ .

Динамический эффект, вызываемый неровностями поверхности асфальтобетонной плиты покрытия проезжей части, является значительным и возрастает с увеличением скорости транспортных средств.

Проезд неровностей заключается в подъезде к ним с последующим упиранием, сопровождающимся появлением горизонтальных  $N_\Phi$  и вертикальных  $Q_\Gamma$  составляющих после съезда. Это представляет собой дополнительные динамические нагрузки на плиту, которые адекватны увеличению прогиба, связанного с повышением скорости транспорта [3].

Горизонтальная сила  $N_\Phi$  появляется за счет увеличения скорости движения по плите при сходе с неровности и увеличивает амплитуду колебаний плиты на  $\Delta u$  при приложении к ее центру тяжести:

$$N_\Phi = \frac{V^2 \cdot A \cdot \gamma}{q}, \quad (6)$$

где  $\gamma = \frac{C \cdot q}{2P_0}$ ;  $C = 2\sqrt{\frac{k_\Phi \cdot P}{q}}$ ;  $P$  – вес оси транспорта;  $k_\Phi = 0,833$  – для плит прямоугольной

формы поперечного сечения;  $P_0 = \frac{a \cdot i^2 \cdot \pi^2}{l_p^2} \sqrt{1 - \frac{N_\Phi \cdot l_p^2}{i^2 \cdot \pi^2 \cdot EJ}}$ ;

$a^2 = \frac{E \cdot J \cdot q}{A \cdot \rho}$ ;  $i = 1$ ;  $A$  – площадь поперечного сечения плиты.

Влияние скорости  $V$  при прохождении по неровности на величину  $N_\Phi$  и  $\Delta u$  характеризуется введением коэффициента скорости  $V_\alpha$ , равного

$$V_\alpha = \frac{V \cdot \rho}{\pi \cdot a}; \quad a = \sqrt{\frac{E \cdot J \cdot q}{A \cdot \rho}}, \quad (7)$$

где  $q$ ,  $\rho$  – ускорение свободного падения, удельная плотность материала плиты.

В момент схода транспорта с неровности при  $t_1 = \frac{L_q}{V}$  динамический прогиб равен

$$y_{\text{дин}} = \frac{2P \cdot l_p^3}{E \cdot J \cdot \pi^4} \frac{1}{1 - V_\alpha}, \quad (8)$$

где  $l_p$  – расчетная длина плиты;  $\frac{1}{1 - V_\alpha}$  – динамический прогиб в плите за счет удара при сходе нагрузки с неровности.

Связь между горизонтальной силой  $N_\Phi$  и коэффициентом скорости  $a$  выражается зависимостью

$$a^2 = \frac{N_\Phi \cdot l_p^2}{E \cdot J \cdot \pi^2} = \frac{V^2 \cdot l_p^2}{V_\alpha^2 \pi^2}, \quad (9)$$

где  $V_\alpha^2 = \frac{V^2 \cdot l_p^2}{\pi^2}$ .

Дополнительный прогиб в плите  $\Delta u$  в реальных условиях ниже теоретического по причине того, что при проезде через неровности происходит эффект некоего затухания давления оси автомобиля на плиту за счет срабатывания рессорной части подвески, характеризуемый коэффициентом затухания в функции скорости и времени прохождения колеса через неровности [4]. Например, при прохождении колеса через неровность со скоростью  $V = 40$  км/ч коэффициент затухания в рессорах  $\varepsilon_p \approx 0,34$ .

В этом случае среднее ускорение движения плиты за счет динамического эффекта можно принять равным  $a_y = (0,3 - 0,6)g$  м/с<sup>2</sup> [5]. Собственная частота колебаний рессор при этом равна

$$P_{0p} = \sqrt{\frac{2C}{m}}, \quad (10)$$

где  $2C$  – жесткость рессор;  $m$  – масса подрессорной части подвески.

Коэффициент относительного сопротивления подвески (реакция отпора) при прохождении через неровность будет равен

$$k_p = \varepsilon_p \cdot P_{0p} \approx 0,15 - 0,3. \quad (11)$$

Представим обобщенное давление колеса автомобиля на плиту проезжей части после съезда с неровности:

$$P_{0\delta} = (P' + P'') \left( 1 + 4\pi^2 \frac{y_{ст} \cdot V^2}{q \cdot L_q^2} \right), \quad (12)$$

где  $y_{ст}$  – статический прогиб плиты под осью автомобиля;  $P'$  – вес подрессорной части оси автомобиля;  $P''$  – вес неподдрессорной части автомобиля;  $L_q$  – длина неровности.

Ударная сила колеса в этом случае [6] равна

$$Q_{уд} = P_{0\delta} \cdot X \frac{i \cdot \pi \cdot V_1 \cdot t}{L_q}, \quad (13)$$

где  $t$  – время движения по неровности;  $L_q$  – длина неровности;  $i = 1$ ;  $V_1$  – скорость движения колеса автомобиля с учетом ускорения за счет схода с неровности. Обобщенная сила удара колеса передней оси транспорта состоит из ударного воздействия веса передней оси  $(P' + P'') \sin \frac{i \cdot \pi \cdot V_1 \cdot t}{L_q}$  и воздействия от вибрации передней оси за счет рессор  $(P' + P'') \cos P_{0\delta}$ .

$$\text{Тогда} \quad Q_{уд}^{0\delta} = (P' + P'') \cos P_{0p} \cdot t \sin \frac{i \cdot \pi \cdot V \cdot t}{L_q}. \quad (14)$$

Вибрация передней оси за счет рессор зависит от типа рессор и передаточного числа  $i_F$ , равного

$$i_F = \frac{y_c}{y_i}, \quad (15)$$

где  $y_c$  – перемещение рассматриваемой подвески;  $y_i$  – прогиб плиты под колесом.

При  $i_F = 1$   $y_c = y_i$ . В случае равенства жесткости подвесок или амортизаторов статическому прогибу  $y_i$  соответствует максимальная амплитуда колебаний плиты, равная глубине дефекта неровности. Если суммарную частоту собственных колебаний подвесок автомобиля и плиты проезжей части после съезда с неровности обозначим через  $P_0$ , которая равна  $P_0' + P_0''$ , то запишем выражение вида

$$P_0^2 = \frac{C_{\text{подв}}}{m_0}, \quad (16)$$

где  $C_{\text{подв}}$  – приведенная жесткость подвесок оси;  $m_0$  – масса автомобиля, приходящая на ось подвески.

Тогда затухание колебаний в подвеске и плите  $\varepsilon_p$  происходит по закону пропорциональности масс, и коэффициент затухания [7] будет равен

$$\varepsilon_p = \sqrt{\frac{4\pi \cdot \lambda \cdot P_0^2}{P_0^n}}, \quad (17)$$

где  $\lambda$  – коэффициент распределения массы автомобиля по осям;  $P_0^n$  – частота собственных колебаний подвески автомобиля;  $P_0$  – частота собственных колебаний плиты.

При  $\lambda = 1$  выполняется условие независимости колебаний задних и передних частей автомобиля;  $\lambda = 0,8-1,2$  – колебания поддрессорной массы автомобиля под передней и задней подвесками считаются практически несвязанными. При  $\lambda = 0,7-1,4$  колебания осуществляются только массой  $m_0^3$  задней поддрессорной части автомобиля, равной

$$m_0^3 = m \frac{a \cdot b - r^2}{(a + b)^2}, \quad (18)$$

где  $m$  – общая масса поддрессорной части автомобиля;  $a \cdot b$  – расстояние от центра тяжести автомобиля до передней ( $a$ ) и задней ( $b$ ) оси;  $r$  – радиус инерции автомобиля поперек оси, проходящей через центр тяжести.

Если известна частота собственных колебаний левой и правой подвески автомобиля  $P_{0Л}^C$ ;  $P_{0П}^C$ , запишем условие

$$P_{0Л}^C = \frac{Z_{л.п}}{m_{л.п}}, \quad (19)$$

где  $Z_{л.п}$  – жесткость соответственно левой и правой подвески;  $m_{л.п}$  – масса, приходящая на левую и правую подвески.

Период и частота собственных колебаний плиты определяются по формулам

$$\left. \begin{aligned} T_0 &= 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{k_\phi \cdot q}}; \\ P_0 &= \frac{2\pi}{T_0}. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

В зависимости от диаметра колеса автомобиля, участвующего при проезде по неровности, и его ударного воздействия амплитуда собственных колебаний плиты будет равна

$$A_0 = m_k \cdot R_k \cdot V^2, \quad (21)$$

где  $R_k$  – диаметр колеса;  $m_k$  – масса колеса;  $V^2$  – квадрат скорости движения колеса по неровности.

Для многоосного транспорта ( $i > 3$ ) в виде случайного транспортного потока сила, действующая на плиту от проходящих через неровности транспортных средств, определяется как  $P(t) = f(C_p, V_i, f_x)$ .

Тогда интенсивность равномерно распределенной нагрузки от прохождения по неровностям транспорта  $q(x)$  равна

$$q(x) = q_0 (1 - \cos \omega t), \quad (22)$$

где  $\omega = \frac{2\pi \cdot C}{L_q}$  – круговая частота;  $C$  – жесткость, равная жесткости шин авто-

мобиля и вычисляемая по формуле  $C = 0,5(C_1^{\text{пер}} + \sum C_i^{\text{зад}})$ :

– для 2-осных автомобилей  $C = 0,5(C_1^{\text{пер}} + C_2^{\text{зад}})$ ;

– для 3-осных  $C = 0,5\left(C_1^{\text{пер}} + \frac{C_2^{\text{зад}} + C_3^{\text{зад}}}{2}\right)$ ;

– для 4-осных  $C = 0,5\left(C_1^{\text{пер}} + \frac{C_2^{\text{зад}} + C_3^{\text{зад}} + C_4^{\text{зад}}}{2}\right)$ ;

– для 5-осных  $C = 0,5\left(C_1^{\text{пер}} + \sum \frac{C_i^{\text{зад}}}{2}\right)$ ;

$q_0 = \frac{\sum P_i}{L_q}$ ;  $\sum P_i$  – суммарная нагрузка на ось проходящего по неровности

транспорта.

Тогда, зная скорость движения транспорта по неровности  $V$  и частоту собственных колебаний автомобиля, собственную частоту колебания плиты можно определить [5] по формуле



$$P_0 = \sqrt[4]{\frac{4q_0}{q \cdot EI} \frac{\pi^2}{T_0^2}}, \quad (23)$$

где  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{q_0 \cdot L_q^3}{48EI}}$ ;  $q = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Влияние собственной частоты колебаний многоосных автомобилей на частоту собственных колебаний плиты характеризуется коэффициентом  $\alpha_{po}$ , равным

$$\alpha_{po} = \frac{P_0^{\text{авт}}}{P_0}, \quad (24)$$

где  $P_0^{\text{авт}}$  – частота собственных колебаний многоосного автомобиля.

Одновременно с ударным воздействием при движении многоосной нагрузки по неровностям плиты проезжей части наблюдается так называемый волновой эффект, возникающий при инерционном изгибе плит. Представим синусоидальные изгибные волны выражением вида [8, 9]:

$$y = A \cos(\Theta \cdot t - f_x), \quad (25)$$

где  $A$  – амплитуда волн (прогибов) плиты;  $f_x = 0,5h(1 - \cos \Theta \cdot t)$ ;  $h$  – высота (глубина) неровности;  $\Theta = 2\pi \cdot C / L_q$ ;  $C$  – безразмерная скорость распространения изгибной синусоидальной волны,  $C = \sqrt{E/m} / V$ ;  $V$  – скорость движения автомобиля.

Особенность волнового эффекта заключается в том, что скорость распространения предполагаемых изгибных волн в плите выше, чем аналогичная скорость волн сдвига  $C_\gamma$  на величину  $k = \frac{C}{C_\gamma} \approx 2$ , где  $C_\gamma = \sqrt{\frac{k_\phi \cdot G}{m}} / V$ ;  $G = \frac{E}{2}$ .

Тогда волновое уравнение с учетом затухания колебаний в плите от воздействия многоосного автомобиля [10] запишем в виде

$$\frac{dQ}{dx} - \varepsilon_p \frac{dy}{dx} - R_{(y)} = m_V \cdot J \frac{d^2 \varphi}{dt^2},$$

где  $R_{(y)}$  – реакция плиты;  $m_V$  – масса единицы объема плиты;  $J$  – момент инерции сечения плиты  $Q = k_\phi \cdot G \cdot A \left( \frac{dy}{dx} - \varphi \right)$ ;  $\varphi = \arctg A$  – фазовый сдвиг на угол  $\varphi$ , указывает на то, что колебания автомобиля и плиты могут находиться в противоположной фазе, сдвинутой на угол  $\varphi$ .

Таким образом, колеблющиеся автомобиль и плита проезжей части в противофазе выполняют роль взаимного дебаланса в колебательном процессе.

### Выводы

Колебания плиты проезжей части вследствие воздействия периодических или одиночных неупругих ударных воздействий колес автомобиля, вызванных движением по неровностям покрытия проезжей части, следует рассматривать в виде последовательности периодических повторяющихся импульсов теории соударения тел методом Герца с учетом упругости системы «плита + автомобиль». Динамические характеристики системы увеличиваются с возрастанием конечной скорости и высоты падения колеса с неровности, а также с увеличением скорости движения и ускорения автомобиля и плиты.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гольдсмит Вернер. Удар: Теория и физические свойства соударяемых тел / пер. с англ. М.С. Лужиной, О.В. Лузина. Москва : Стройиздат, 1965. 447 с.
2. Картопольцев В.М. К вопросу вибродиагностики свободных колебаний балок методом Герца // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 3. С. 242–252. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-3-242-252
3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. Москва, 1959. 336 с.
4. Барченков А.Г., Котуков А.Н., Сафронов В.С. Применение корреляционной теории для динамического расчета мостов // Строительная механика и расчет сооружений. 1970. № 4. С. 43–48. EDN: YGAOHT
5. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля: Колебания и плавность хода. Москва : Машиностроение, 1972. 392 с.
6. Тимошенко С.П., Юнг Д. Инженерная механика. Москва : Машгиз, 1960. 507 с.
7. Картопольцев А.В., Колмаков Б.Д. К вопросу о колебании системы «автомобиль + пролетное строение» при совпадении центров масс и жесткости // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 6. С. 251–259.
8. Тимошенко С.П. Теория колебаний в инженерном деле. Ленинград ; Москва : Гос. науч.-техн. из-во, 1934. 344 с.
9. Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах. Москва : Изд-во иностранной литературы, 1955. 192 с.
10. Сретенский Л.Н. Упругие волны, возникающие от нормальных напряжений, приложенных к поверхности полупространства // Проблемы механики сплошной среды. Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1961. С. 411–427.

### REFERENCES

1. Goldsmith Werner. Impact. The Theory and Physical Behaviour of Colliding Solids. Moscow: Stroizdat, 1965, 447 p. (Russian translation)
2. Kartopol'tsev V.M. Free Vibration Measurement of Beams Using Hertz's Method. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturo-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2024; 26 (3): 242–252. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-3-242-252 (In Russian)
3. Timoshenko S.P. Vibrations in Engineering. Moscow, 1959. 336 p. (In Russian)
4. Barchenkov A.G., Kotukov A.I., Safronov V.S. Application of Correlation Theory in Dynamic Analysis of Bridges. *SMRS*. 1970; (4): 43–48. (In Russian)
5. Rotenberg R.V. Car Suspension. Moscow: Mashinostroenie, 1972, 385 p. (In Russian)
6. Timoshenko S.P., Jung D. Engineering Mechanics. Moscow: Mashgiz, 1960. 503 p. (In Russian)
7. Kartopol'tsev A.V., Kolmakov B.D. Vehicle/Span System Oscillation at Coincident Centre of Mass and Stiffness. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2016; (6): 251–259. (In Russian)
8. Timoshenko S.P. Vibration Theory in Engineering. Leningrad, Moscow, 1934. 344 p. (In Russian)
9. Kol'skii G. Stress Waves in Elastic Bodies. Moscow: The Foreign Languages Publishing House, 1955. 192 p. (In Russian)

10. *Sretenskii L.N.* Elastic Waves Arising from Normal Stresses Applied to the Surface of a Half-Space. In: Problems of Continuous Mechanics. Moscow, 1961. Pp. 411–427. (In Russian)

#### Сведения об авторах

*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](mailto:diamos@mail.ru)

*Алексеев Александр Аверьянович*, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [alekseev10@yandex.ru](mailto:alekseev10@yandex.ru)

#### Authors Details

*Vladimir M. Kartopolitsev*, 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](mailto:diamos@mail.ru)

*Aleksandr A. Alekseev*, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, [alekseev10@yandex.ru](mailto:alekseev10@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 14.01.2025  
Одобрена после рецензирования 31.01.2025  
Принята к публикации 19.02.2025

Submitted for publication 14.01.2025  
Approved after review 31.01.2025  
Accepted for publication 19.02.2025

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 257–269.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 257–269.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 351.811.122

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-257-269

EDN: YHVZIP

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ПОСРЕДСТВОМ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ВСЕХ ЕГО УЧАСТНИКОВ**

**Вера Дмитриевна Тимоховец, Елена Николаевна Легостаева,  
Алина Дмитриевна Скорженко**

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

**Аннотация.** *Актуальность.* Актуальность темы повышения безопасности дорожного движения в Российской Федерации становится все более очевидной в свете растущего числа дорожно-транспортных происшествий, влияющих на жизнь и здоровье граждан. Сложившаяся ситуация требует комплексного подхода, который учитывает всех участников дорожного движения, а также тех, кто формирует дорожную среду.

*Цель работы* – исследование механизмов повышения безопасности дорожного движения через определение зон ответственности различных структур, вовлеченных в управление дорожным движением. Это включает в себя создание системы саморегуляции и самоконтроля со стороны водителей и других пользователей дорог, а также анализ факторов, способствующих возникновению инцидентов на дорогах.

*Методы исследования:* анализ существующих законодательных актов и правил дорожного движения, в том числе в других странах; исследование общественного мнения о безопасности на дорогах; сравнительное изучение успешных практик других стран в области регулирования дорожного движения. Это позволяет сделать обоснованные выводы о положительных и отрицательных аспектах действующей системы и выработать рекомендации по ее улучшению.

*Результаты исследования* свидетельствуют о том, что на уровень безопасности дорожного движения влияет множество факторов, включая поведение водителей, состояние дорожной инфраструктуры и эффективность контроля со стороны властей. Анализ самоконтроля водителей показал, что многие из них недооценивают риски, что указывает на необходимость повышения их осведомленности. Кроме того, изученные зарубежные практики позволяют выработать конкретные рекомендации по адаптации успешных методов к российскому контексту, что может существенно повысить уровень безопасности на дорогах.

**Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, инцидент, интегрирование зарубежных методов

**Для цитирования:** Тимоховец В.Д., Легостаева Е.Н., Скорженко А.Д. Повышение безопасности дорожного движения посредством комплексного воздействия на всех его участников // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 257–269. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-257-269. EDN: YHVZIP

## ORIGINAL ARTICLE

**TRAFFIC SAFETY IMPROVEMENT THROUGH INTEGRATED IMPACT ON ALL ROAD USERS****Vera D. Timokhovets, Elena N. Legostaeva, Alina D. Skorzenko***Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

**Abstract.** This article examines the problem of the traffic safety improvement in the Russian Federation through the integrated approach that covers all road users, including those forming the road environment.

**Purpose:** Investigation of mechanisms of improving the road safety by identifying the responsibility of various structures involved in the traffic management. This includes establishing a self-regulation and self-control system on the part of drivers and other road users and the analysis of factors contributing to road incidents.

**Methodology:** The analysis of legislation and road traffic regulations, including other countries; research of public opinion on the road safety; comparative study of successful practices of other countries in the road traffic regulation. This makes it possible to draw reasonable conclusions about the positive and negative aspects of the current system and develop recommendations for its improvement.

**Research findings:** It is found that the road safety is influenced by many factors, including the driver behavior, road infrastructure and effectiveness of the authorities control. The analysis of drivers' self-control shows that many of them underestimate risks, which indicates the need to raise their awareness. In addition, the foreign practice allows for specific recommendations on how to adapt successful methods to the Russian conditions, which can significantly improve the road safety.

**Keywords:** traffic safety, incident, integration of foreign methods

**For citation:** Timokhovets V.D., Legostaeva E.N., Skorzenko A.D. Traffic Safety Improvement through Integrated Impact on All Road Users. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 257–269. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-257-269. EDN: YHVZIP

**Введение**

Проблема безопасности дорожного движения (БДД) имеет многогранный характер и, хотя связана в первую очередь с социальной частью жизни, оказывает существенное влияние и на экономическую сферу. Первоочередной целью любого государства является сохранение жизни и здоровья как работоспособного населения, так и будущего поколения.

Данный факт подтверждается государственными программами по снижению числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП), например «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы», и многими другими.

Активная политика государства в сфере повышения БДД оказывает влияние (рис. 1), однако число ДТП по-прежнему велико, что подтверждает необходимость дальнейшего поиска мер по снижению их числа.

На диаграмме (рис. 1) можно заметить, что количество ДТП и, следовательно, число пострадавших нестабильно, а за период 2022–2023 гг. возрастает. Несмотря на действующие государственные программы, присутствует линия погибших, которая варьируется в пределах 10 000–20 000 человеческих жизней

в год и имеет необратимые последствия. Данная ситуация наблюдается на протяжении многих лет, поэтому принято решение о необходимости более детального анализа причин малой эффективности существующих мер организации безопасности на дорогах [1].

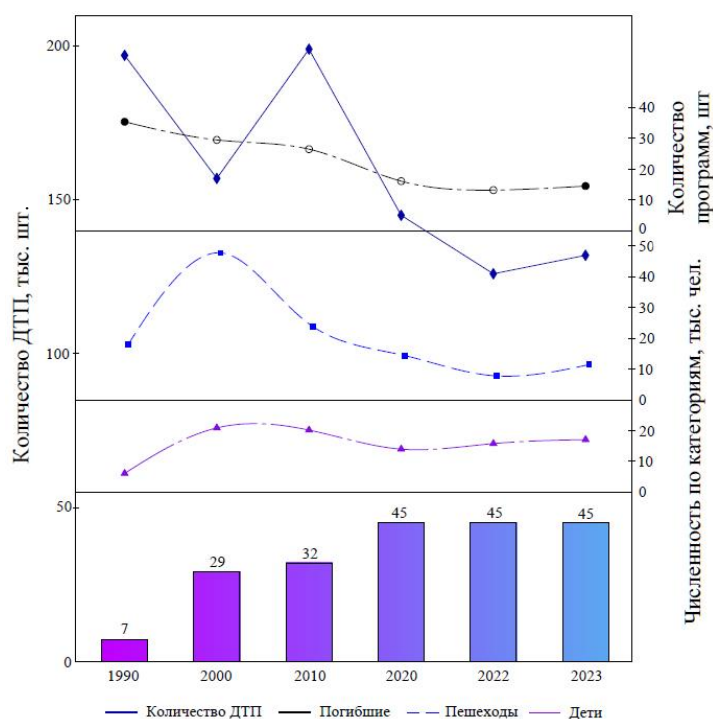


Рис. 1. Статистика ДТП в России (выполнено авторами на основе данных [1])

Fig. 1. Statistics of road traffic accidents in Russia

### Методы и результаты

Для выявления уязвимых мест в системе БДД и повышения эффективности действующих и планируемых программ принято решение в настоящей работе выполнить всесторонний анализ аварийности и поиск зоны ответственности каждого из участников (рис. 2). В последние годы активное развитие получила система ВАДС [2] (водитель – автомобиль – дорога – среда), и, к сожалению, меньше внимание уделяется системе ЧАДС [3] (человек – автомобиль – дорога – среда), в которой наиболее детально рассматриваются все участники дорожного движения. Данная совокупность элементов расширяет возможности влияния на разные структуры и учитывает не только людей, непосредственно находящихся в среде в момент инцидента.

Учет человеческого влияния, установленный исследователями, позволяет оценить воздействие не только на водителя, но и на совокупность людей, влияющих на дорожную обстановку и друг на друга. Данная система демонстрирует наиболее детально взаимодействующие элементы. Инцидент на дороге всегда тесно связан с человеческим фактором, что предопределяет необходимость по-

дробного учета не только разных статусов участников, но и более детального анализа внутри каждого из них. Необходимо детализировать взаимоотношения водитель – водитель, а также рассмотреть участников детского возраста как тесно взаимосвязанных с указанными в системе статусами, которые неосознанно подвергаются социальному подражанию поведению как водителей, так и пешеходов. Понимание того, что при ДТП присутствуют водитель, пешеход и ребенок, находящийся под их ответственностью, мало распространено, поэтому необходимо учитывать структуры, которые обучают и формируют осознание последствий нарушения ПДД.



Рис. 2. Учет человеческого влияния  
Fig. 2. Human influence on road traffic accidents

При подробном изучении взаимодействия элементов системы стоит отдельно выделить следующие:

1. Государственный орган – государственное управление, которое устанавливает ПДД, осуществляет надзор и выполняет карательные функции в случае нарушений.
2. Организация улично-дорожной сети (УДС) – совокупность систем, создающих безопасные условия дорожного движения, включающих в себя проектные, строительные и эксплуатационные службы.
3. Реклама – социальный инструмент, способный психологически воздействовать на отношение людей и мотивировать к осознанному и добровольному соблюдению правил.

Все вышеперечисленные элементы являются важной частью системы, которая непосредственно воздействует на возможность предотвращения инцидентов между водителями, пешеходами и детьми. Так, следует учитывать влияние государственных органов, воздействующих на граждан, не достигших совершеннолетия, посредством рекламы, например, через обучающие социальные программы [4].

Изучение человеческого фактора невозможно без сбора данных посредством проведения социологического опроса представителей каждого структурного элемента с целью изучения уровня ответственности и самоконтроля пользователей дорог относительно степени участия в процессе регулирования дорожного движения.

Для обоснования объема выборки при наборе статистической базы данных использовался выборочный метод исследования по типу «квотная выборка». Объектом исследования выступают все участники дорожного движения: пешеходы и водители, дифференцированные на группы по полу и возрасту (табл. 1). При обработке полученных данных также учтено, что процентное соотношение пешеходов и водителей в России в среднем составляет 70 и 30 % соответственно.

Таблица 1

## Итоги опроса респондентов

Table 1

## Survey results

Респонденты	
Пешеходы	Водители
Опрошено	
400 чел.	250 чел.
Пол	
М/Ж = 50/50 % <sup>^</sup>	М/Ж = 80/20 % <sup>*</sup>
Возраст	
18–50 лет <sup>^^</sup>	25–40 лет <sup>**</sup>
Обоснование	
<sup>^</sup> Категория подразумевает равноправие, т. к. правила нарушают и мужчины, и женщины, являясь пешеходами	<sup>*</sup> Повышенная аварийность у мужчин, превосходит женскую в 3 раза
<sup>^^</sup> Наиболее активная категория людей, способная совершать обдуманные действия	<sup>**</sup> Большая доля российских водителей в диапазоне данного возраста

Для любой математической выборки необходимо найти предельную ошибку для определения доверительного интервала и достоверности исследования. Расчет доверительного интервала при обработке выборки, значительно меньшей генеральной совокупности, проводился [5] по зависимости

$$\Delta = z \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}},$$

где  $\Delta$  – предельная ошибка выборки в процентах;  $z$  – нормированное отклонение или  $z$ -фактор при доверительной вероятности 95 % = 1,96;  $p$  – доля респондентов с наличием признака, который исследуется;  $q$  – доля респондентов без исследуемого признака;  $n$  – размер выборки.

По итогам расчета значение ошибки не превысило 5 %, что позволяет говорить о репрезентативности полученных данных выборки.



Соблюдение правил дорожного движения является важным элементом безопасности городской инфраструктуры и социальной ответственности, поэтому для повышения достоверности результатов опрос проводился анонимно. Респондентам были заданы вопросы для изучения эффективности мер, применяемых на сегодняшний день (рис. 3).

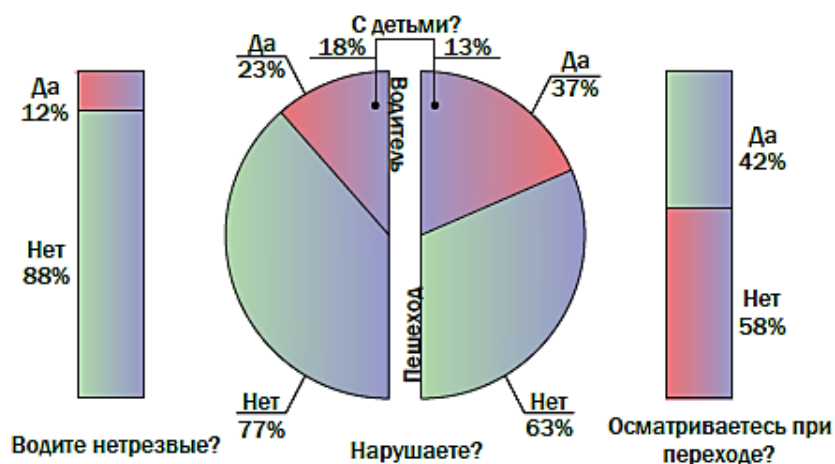


Рис. 3. Нарушение ПДД участниками дорожного движения

Fig. 3. Traffic violation by road users

Анонимное исследование, в ходе которого респонденты отвечали на вопрос о соблюдении установленных правил дорожного движения, выявило следующие результаты (рис. 3). В частности, среди пешеходов доля ответов «да», свидетельствующих о нарушении правил, оказалась на 14 % выше по сравнению с водителями. Это может свидетельствовать о наличии определенных факторов, способствующих нарушению правил дорожного движения пешеходами, несмотря на осознание их более уязвимого положения в ситуации ДТП. Уязвимость пешеходов в дорожно-транспортных происшествиях потенциально должна побуждать их более строго придерживаться правил, однако полученные данные указывают на обратное. Это явление требует более глубокого анализа факторов, влияющих на поведение пешеходов и их восприятие рисков, связанных с нарушением правил дорожного движения.

Воспитание интереса к соблюдению норм следует начинать на ранних этапах жизни, поскольку именно в детстве формируются основы поведения. Установлено, что у детей наблюдается высокая степень подражания взрослым, что делает их восприимчивыми к примерам, которые они видят в окружающей среде. На основании психолого-педагогических исследований можно утверждать, что дети бессознательно усваивают нормы и поведение, наблюдая за родителями и другими авторитетными взрослыми [6]. Согласно данным опроса, 13 % взрослых признались, что переходят дорогу с детьми вне пешеходного перехода. Это, несомненно, формирует у юных пешеходов безответственное отношение к своей жизни и повышает риск детской смертности. 15 % водителей подвергают риску несовершеннолетних пассажиров. Это подтверждает

необходимость формирования у взрослых осознания их роли в процессе воспитания безопасного поведения на дороге. Однако не все взрослые осознают, насколько значимо их влияние: пренебрежение правилами со стороны родителей приводит к тому, что дети воспринимают данное поведение как норму. Таким образом, для формирования у детей сознательного отношения к правилам дорожного движения крайне важен положительный пример взрослых. В противном случае существует риск формирования у подрастающего поколения неправильных моделей поведения, что в разы повышает риск возникновения инцидентов, создающих угрозу жизни и здоровью.

Ответственное отношение к физическому и психическому состоянию водителя во время управления транспортным средством является критически важным фактором для обеспечения безопасности на дороге. Утомление, как одно из проявлений недостаточной готовности к вождению, существенно снижает реакцию, концентрацию внимания и способность к принятию решений, что, в свою очередь, повышает риск дорожно-транспортных происшествий [7]. К сожалению, некоторые водители игнорируют сигналы своего организма о недостаточном самоконтроле и продолжают осуществлять поездки, возможно, не в полной мере осознавая свое состояние. Это может быть связано с различными факторами, включая социальное давление, необходимость выполнения обязательств или недооценку рисков. Кроме того, вождение в состоянии алкогольного опьянения (допускают такое нарушение 12 % опрошенных) представляет собой еще один аспект безответственного поведения, который значительно увеличивает вероятность аварий. Алкоголь снижает уровень бдительности, нарушает координацию и увеличивает время реакции, что делает управление транспортным средством крайне опасным.

Все вышеперечисленные данные подтверждают необходимость проведения профилактических мер, направленных на повышение осознанности водителей относительно риска, связанного с употреблением алкоголя, поскольку на данный момент их не останавливают ни моральные ценности, ни строгий закон в отношении данного вопроса.

Сведения о поведении пешеходов на проезжей части свидетельствуют о средней степени предусмотрительности среди большинства из них: 42 % опрошенных осматриваются перед тем, как перейти дорогу. Однако оставшиеся 58 % демонстрируют недостатки в соблюдении мер предосторожности, что вызывает значительное беспокойство с точки зрения безопасности дорожного движения, ведь в их число еще не включены данные о несовершеннолетних. Снижение внимания является ключевым фактором, оказывающим влияние на поведение таких пешеходов. Различные факторы, такие как использование мобильных телефонов, прослушивание музыки, взаимодействие с окружающими или рефлексия, способствуют снижению внимания, что влечет за собой отсутствие своевременной реакции на важные сигналы из окружающей среды. Пешеходы не замечают потенциальные опасности, игнорируют транспортные средства или не предпринимают необходимых действий для обеспечения своей безопасности. Значительное количество пешеходов не осматривается перед переходом, что указывает на необходимость проведения дополнительных образовательных программ и кампаний, направленных на повышение осведомленности населения о рисках, связанных со снижением концентрации в условиях УДС.

Подводя итог собранным данным, можно сделать вывод, что малая эффективность существующих мер обосновывается не только недостаточно развитой оснащенностью улично-дорожной сети, но и культурой поведения участников. Рост числа инцидентов обосновывается также высокой корреляцией элементов внутри системы. Анализируя кумулятивную кривую (рис. 4) распределения числа ДТП, учитывающую всех участников, можно заключить, что инциденты происходят с различной частотой, интенсивностью и характеризуются высоким разнообразием определяющих факторов. Это свидетельствует о неоднородности распределения причин и виновников ДТП, а также указывает на значительное влияние различных факторов, таких как условия дорожного движения и поведение участников. Следовательно, становится очевидной необходимость воздействия на всех участников одновременно, т. к. меры, принятые только к части системы, не принесут должного результата в сведении ДТП к минимуму.

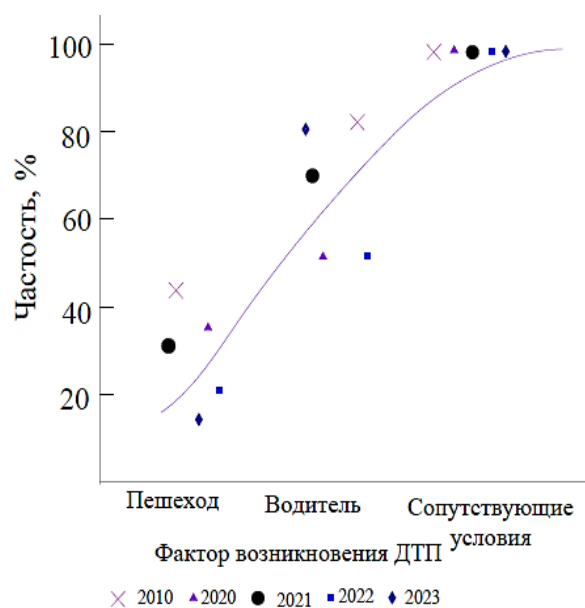


Рис. 4. Кумулятивная кривая  
Fig. 4. Cumulative curve

В процессе поиска способов повышения эффективности действующих и планируемых мер по повышению БДД, с учетом проведенного исследования и имеющегося отечественного опыта, принято решение о выполнении анализа зарубежных способов организации дорожного движения и их применимости в имеющихся отечественных реалиях.

Сравнительное изучение актуальных методов и стратегий, применяемых в других странах, позволит выявить успешные практики, которые могут быть адаптированы и интегрированы в существующую дорожную инфраструктуру. (табл. 2). Таким образом, международный опыт является ценным ресурсом для оптимизации национальной политики в области безопасности дорожного движения [8, 9, 10, 11].

Таблица 2

**Анализ зарубежных методов повышения дорожной безопасности  
и возможность их применения в России**

Table 2

**Foreign methods of traffic safety improvement in Russia**

Применяемые методы		
Европа	Азия	Америка
Водители		
Лишение свободы на срок до 6 мес. при нетрезвом вождении (без ДТП)	Универсальная система управления дорожным движением (UTMS)	«Национальная стратегия безопасности дорожного движения» (NRSS)
Утомленный водитель = = пьяный	Высокие штрафы	Повышение цены страховки за нарушения ПДД
Наказание за агрессивное вождение	Лишение ВУ за неуплату штрафа	Конфискация транспортного средства под залог или с уплатой за хранение на штрафной стоянке за нарушения ПДД
Знак «+20 км/ч бесплатно» исключен, что позволяет отклоняться в сторону превышения скорости на 3–5 км/ч		Красные сигналы автобуса мигают – водители на дороге обязаны остановиться независимо от направления движения
Запрещены радар-детекторы		Поощрение гибкого графика работы
Пешеходы		
Разовая акция, суть которой заключается в том, что пешеходов пугали звуком машины, если они переходили дорогу в неположенном месте. Позже фото лица использовали в социальной рекламе	Политика ответственного отношения	Интерактивный обучающий пакет для детей от начальной до старшей школы по развитию навыков безопасного передвижения по дорогам
		Аудит безопасности дорожного движения
Организация УДС		
Усовершенствованный лежачий полицейский	Турникеты	Противоударные полосы
Сужение дороги		Прямоугольные быстродействующие проблесковые маяки (RRFB)
Искусственное искривление дороги		Дорожный рацион (реконфигурация дорожного полотна)
Выкладка пешеходного перехода плиткой/брусчаткой		
Замена светофоров круговым движением		

Примечание. Курсивом выделены методы, которые следует рассмотреть для внедрения в РФ.

В ходе анализа исследованы государства Европы, Азии и Америки, поскольку их УДС демонстрирует аналогию с градостроительными характеристиками крупных городов Российской Федерации. Ряд стран за последние годы показали значительный прогресс в области повышения безопасности дорожного движения [12, 13]. Сравнение применяемых в зарубежной практике подходов представляет возможность выявления эффективных практик для выработки методов повышения безопасности движения и улучшения транспортной инфраструктуры в России.

### Заключение

Сохранение высокого уровня дорожно-транспортных происшествий свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования комплексных мер. Ключевая роль в управлении дорожным движением и реагировании на возникающие происшествия распределена между разными структурами, каждая несет определенный спектр ответственности, что требует тесного взаимодействия между ними для эффективного обеспечения дорожной безопасности.

Отдельного внимания заслуживает анализ поведения водителей и других участников дорожного движения в контексте их самоконтроля и соблюдения установленных правил дорожного движения. С учетом анализируемых методов, рассматриваемых для реализации на территории Российской Федерации, важно отметить необходимость интеграции инновационных подходов в каждый из методов. Рассмотрение возможности сочетания зарубежных методологий с отечественными разработками представляется перспективным направлением. Кроме того, для достижения устойчивого повышения уровня безопасности дорожного движения необходимо воздействовать не только на текущее состояние, но и на сознание будущих поколений. Образовательные программы, направленные на формирование ответственности у юных пешеходов и водителей, являются важной составной частью стратегии по снижению числа аварий на дорогах. Например, усовершенствование детского интерактивного автомобильного парка может осуществляться с применением зарубежных методов, адаптированных к отечественным реалиям, что обеспечит более эффективный процесс обучения как в Российской Федерации, так и за рубежом. Данная синергия позволит не только повысить качество образовательного процесса, но и продвигать отечественные идеи на международном уровне, что будет способствовать разработке инновационных решений в области детской безопасности на дорогах.

Несмотря на потенциальные возможности внедрения образовательных программ для младшего поколения, процесс перевоспитания взрослого населения оказывается значительно более сложным и трудоемким. Данная ситуация подчеркивает необходимость более строгого контроля и ужесточения правил дорожного движения. Установление жестких санкций и наказаний может служить своего рода стимулом для осознания серьезности правонарушений и их последствий. В дополнение к этому следует обратить внимание на применение организационных методов, обеспечивающих соблюдение правил дорожного движения. Организационные меры в сфере дорожной инфраструктуры также представляют собой значительный аспект, особенно в контексте активной за-

стройки, характерной для многих регионов России. На этапе проектирования новых объектов инфраструктуры существует возможность предотвратить возникновение конфликтных точек, а следовательно, и ДТП. Такие меры помогут создать условия, в которых участники будут вынуждены соблюдать ПДД, способствующие психологическому комфорту и безопасности при перемещении по сети дорог. Эффективная организация дорожного движения может привести к снижению числа правонарушений и увеличению уровня общественного доверия к системе регулирования дорожного движения.

Комплексный подход к повышению безопасности дорожного движения критически важен для достижения целей по минимизации травматизма на дорогах. Это предполагает интеграцию различных стратегий, включая образовательные программы для различных возрастных групп, ужесточение правил и санкций для правонарушителей, а также внедрение современных организационных методов и технологий. Такой многогранный подход позволит не только устранить существующие проблемы, но и создать устойчивую инфраструктуру, ориентированную на профилактику дорожно-транспортных происшествий. Стремление к минимальному травматизму требует совместных усилий государственных органов, организаций и общества в целом, что позволит сформировать безопасную дорожную среду и снизить количество человеческих жертв.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Показатели состояния безопасности дорожного движения* // Госавтоинспекция. URL: <http://stat.gibdd.ru/>
2. *Алексеева О.В.* Эффективность системы ВАДС. Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. 9 с. URL: [https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/12062/3/M\\_Tr\\_2306.pdf](https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/12062/3/M_Tr_2306.pdf) (дата обращения: 15.12.2024).
3. *Макаров П.Е., Бояришинов А.Л.* Организация и безопасность движения // Велес. 2020. № 7 (85). С. 88–92. EDN: RPCJTS
4. *Тимоховец В.Д., Ходырева М.М.* Эффективность существующих детских автомобильных городков в аспекте повышения уровня безопасности дорожного движения для детей-пешеходов // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 3 (92). С. 154–161. DOI: 10.23968/1999-5571-2022-19-3-154-161. EDN: QNCHSB
5. *Надеев А.Т., Малиновская Г.А.* Исследование качества методов обработки результатов социологических опросов, проводимых на основе квотных выборок // Ученые записки ВВАГС. Том 4. Нижний Новгород : Волго-Вятская академия государственной службы, 2003. С. 205–214. EDN: XUDJAT
6. *Сапогова Е.Е.* Родитель как сверхзначимый Другой в смысловой системе взрослого человека // Психологические проблемы смысла жизни и акме : электронный сборник материалов XXVI Международного симпозиума, Москва, 13–14 апреля 2021 г. Москва : Психологический институт Российской академии образования, 2021. С. 25–32. EDN: FEMDQR
7. *Шевалье В.А., Вилисов Д.В.* Влияние усталости и утомления водителя на безопасность движения транспортного средства // Современные аспекты развития и безаварийной эксплуатации автомобильной техники (бронетанкового вооружения и техники) : сборник научных статей межвузовской научно-технической конференции, Новосибирск, 29 мая 2024 г. Новосибирск : Новосибирский военный институт им. генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации, 2024. С. 284–288. EDN: LYDS DJ
8. *Маливанов И.А., Гальцев Ю.М.* Повышение безопасности дорожного движения посредством внедрения новых технологий в систему обеспечения безопасности дорожного движения // От идеи к воплощению – создание будущего через науку и практику : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Стерлитамак, 15 марта 2024 г. Стерлитамак : ООО «Агентство международных исследований», 2024. С. 44–46. EDN: ACFG CZ

9. Кузьмина М.А., Коцурба С.В. Пути повышения безопасности дорожного движения в России с учетом опыта зарубежных стран // Механика, оборудование, материалы и технологии : электронный сборник научных статей по материалам Третьей Международной научно-практической конференции, Краснодар, 29–30 октября 2020 г. Краснодар : ООО «Принт Терра», 2020. С. 1124–1128. EDN: QLRRTN
10. Савинок С.А. Пути повышения эффективности мер административной ответственности в области организации дорожного движения в целях обеспечения безопасности дорожного движения // Потенциал устойчивого инновационного развития: концепции, модели и практическое приложение : сборник статей Международной научно-практической конференции, Омск, 20 августа 2024 г. Уфа : ООО «Аэтерна», 2024. С. 62–64. EDN: QVCHYM
11. Шпорт С.В., Макурина А.П. Стратегия безопасности дорожного движения (отечественный и зарубежный опыт) // Психическое здоровье. 2019. № 4. С. 62–69. DOI: 10.25557/2074-014X.2019.04.62-69. EDN: ZTAKOD
12. Три шага к повышению безопасности на дорогах Европы и Центральной Азии // Блоги всемирного банка. URL: <https://blogs.worldbank.org/ru/europeandcentralasia/tri-shaga-k-povysheniya-bezopasnosti-na-dorogakh-evropy-i-centralnoy-azii> (дата обращения: 15.12.2024).
13. В США стремительно снижается количество дорожных аварий // Carsweek. URL: [https://carsweek.ru/news/News\\_in\\_the\\_world/1266743/](https://carsweek.ru/news/News_in_the_world/1266743/) (дата обращения: 15.12.2024).

#### REFERENCES

1. Road safety indicators. Available: <http://stat.gibdd.ru/> (accessed December 15, 2024) (In Russian)
2. Alekseeva O.V. Effectiveness of the WADS System. Methodological Guidelines. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2023. 9 p. (In Russian)
3. Makarov P.E., Boyarshinov A.L. Organization and Traffic Safety. *Veles*. 2020; 7(85): 88–92. EDN: RPCJTS (In Russian)
4. Timokhovets V.D., Khodyreva M.M. Effectiveness of Children's Carpools in Improving Traffic Safety for Child Pedestrians. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2022; 3 (92): 154–161. DOI: 10.23968/1999-5571-2022-19-3-154-161. EDN: QNCHSB (In Russian)
5. Nadeev A.T., Malinovskaya G.A. The Quality of Methods for Processing Sociological Surveys Conducted on the Basis of Quota Samples. *Uchenye zapiski VVAGS*. Vol. 4. Nizhny Novgorod, 2003. Pp. 205–214. EDN: XUDJAT (In Russian)
6. Sapogova E.E. Parent as a Super-Significant Other in the Meaning System of Adult Person. In: *Proc. 26th Int. Symp. 'Psychological Problems of the Meaning of Life and Acme'*. April 13–14, Moscow, 2021. Pp. 25–32. EDN: FEMDQR (In Russian)
7. Chevalier V.A., Vilisov D.V. Impact of Driver Fatigue on Traffic Safety. In: *Proc. Sci. Conf. 'Modern Aspects of Development and Accident-Free Operation of Automotive Equipment (armored weapons and equipment)'*. May 29, Novosibirsk, 2024. Pp. 284–288. EDN: LYDSDJ (In Russian)
8. Malivanov I.A., Galtsev Yu.M. Traffic Safety Improvement by Introducing New Technologies. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'From Idea to Realization: Creating the Future Through Science and Practice'*. Sterlitamak, March 15, 2024. Pp. 44–46. EDN: ACFG CZ (In Russian)
9. Kuzmina M.A., Kotsurba S.V. Traffic Safety Improvement Methods in Russia based on Foreign Experience. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Mechanics, Equipment, Materials and Technologies'*. Krasnodar, October 29–30, 2020. Pp. 1124–1128. EDN: QLRRTN (In Russian)
10. Savinok S.A. Effectiveness Improvement of Administrative Responsibility Measures in the Field of Traffic Traffic to Ensure its Safety. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'The Potential of Sustainable Innovation Development: Concepts, Models and Practical Application'*. Omsk, August 20, 2024. Pp. 62–64. EDN: QVCHYM (In Russian)
11. Shport S.V., Makurina A.P. Traffic Safety Strategy (domestic and foreign experience). *Psikhicheskoe zdorov'e*. 2019; (4): 62–69. DOI: 10.25557/2074-014X.2019.04.62-69. EDN: ZTAKOD (In Russian)
12. Three steps to improving road safety in Europe and Central Asia. Available: <https://blogs.worldbank.org/ru/europeandcentralasia/tri-shaga-k-povysheniya-bezopasnosti-na-dorogakh-evropy-i-centralnoy-azii> (accessed January 15, 2024). (In Russian)
13. The number of road accidents in Asia is rapidly decreasing in the USA. Available: [https://carsweek.ru/news/News\\_in\\_the\\_world/1266743/](https://carsweek.ru/news/News_in_the_world/1266743/) (accessed January 15, 2024). (In Russian)

**Сведения об авторах**

*Тимоховец Вера Дмитриевна*, доцент, канд. техн. наук, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, timohovetsvd@tyuiu.ru

*Легостаева Елена Николаевна*, ассистент, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, legostaevaen@tyuiu.ru

*Скорженко Алина Дмитриевна*, студентка, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, alinaskorzhenkooo@gmail.com

**Authors Details**

*Vera D. Timokhovets*, PhD, A/Professor, Industrial University of Tyumen, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, timohovetsvd@tyuiu.ru

*Elena N. Legostaeva*, Assistant, Industrial University of Tyumen, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, legostaevaen@tyuiu.ru

*Alina D. Skorzenko*, Student, Industrial University of Tyumen, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, alinaskorzhenkooo@gmail.com

**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 10.01.2025  
Одобрена после рецензирования 21.03.2025  
Принята к публикации 31.04.2025

Submitted for publication 10.01.2025  
Approved after review 21.03.2025  
Accepted for publication 31.04.2025



Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 3. С. 270–281.

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

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (3): 270–281.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 625.7/.8:004.65(571.121)

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-270-281

EDN: ZNGEWP

## ДЕТАЛИЗАЦИЯ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Ирина Андреевна Баширова<sup>1</sup>, Светлана Николаевна Гиллих<sup>2</sup>,  
Сергей Владимирович Ефименко<sup>1</sup>, Владимир Николаевич Ефименко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Департамент транспорта и дорожного хозяйства  
Ямало-Ненецкого автономного округа,  
г. Салехард, Россия

**Аннотация.** Представлена детализация карты-схемы дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа, выполненная с учетом результатов полевых исследований водно-тепловых процессов на сети автомобильных дорог.

**Актуальность** исследования обусловлена необходимостью учета особенностей природно-климатических условий административного образования, находящегося в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов, при проектировании и строительстве автомобильных дорог.

**Целью** работы являлось уточнение границ дорожно-климатических зон с учетом ключевых факторов, влияющих на состояние дорожных конструкций: распространения многолетнемерзлых грунтов, особенностей рельефа, степени увлажненности, вида растительности.

Для достижения этой цели использовались *методы* картографического анализа и пространственного наложения данных.

Излагаемые в статье *результаты* исследований базируются на выделении доминант – элементов географического комплекса во влиянии на формирование водных и тепловых процессов в дорожных конструкциях региона.

**Практическая значимость** приведенных результатов обусловлена обеспечением качества проектирования автомобильных дорог и, соответственно, увеличением межремонтных периодов их эксплуатации во вновь осваиваемых регионах.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожно-климатическое районирование, геокомплекс, таксон, зона, подзона, дорожный район, многолетнемерзлые грунты

**Для цитирования:** Баширова И.А., Гиллих С.Н., Ефименко С.В., Ефименко В.Н. Детализация дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 3. С. 270–281. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-270-281. EDN: ZNGEWP

ORIGINAL ARTICLE

## DETAILING OF ROAD-BUILDING CLIMATE ZONING IN THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Irina A. Bashirova<sup>1</sup>, Svetlana N. Gillikh<sup>2</sup>,  
Sergei V. Efimenko<sup>1</sup>, Vladimir N. Efimenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>Department of Transport and Road Facilities of Yamalo-Nenets  
Autonomous District, Salekhard, Yamalo-Nenets Autonomous District, Russia

**Abstract.** The paper presents a detailed map of road-building climatic zoning with regard to field studies of water and heat processes on the road network in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.

**Purpose:** Clarification of the boundaries of road-building climatic zones, taking into account the key factors affecting the road structure: distribution of permafrost soils, relief, moisture content of vegetation.

**Research findings:** Identification of dominant elements of the geographical complex in the formation of water and thermal processes in road structures in the region.

**Practical implications:** The quality insurance of the road design and, accordingly, increasing the inter-repair periods of their operation in newly developed regions.

**Keywords:** road, road-building climatic zoning, geocomplex, taxon, zone, subzone, road district, permafrost soil

**For citation:** Bashirova I.A., Gillikh S.N., Efimenko S.V., Efimenko V.N. Detailing of Road-Building Climate Zoning in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (3): 270–281. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-3-270-281. EDN: ZNGEWP

Ямало-Ненецкий автономный округ является одним из десяти регионов, относящихся к Арктической зоне Российской Федерации. На территории округа добывают более 80 % природного газа от общей добычи в стране, что определяет его роль в экономическом отношении. Площадь территории ЯНАО – 769 250 км<sup>2</sup>, что составляет 4,5 % территории РФ и 15,6 % территории ее Арктической зоны [1].

Одним из пунктов Указа Президента РФ от 26.10.2020 г. № 645 «О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г.» [2] является развитие ее транспортной инфраструктуры, для чего необходимо обеспечить качественное проектирование и строительство автомобильных дорог. Согласно карте-схеме дорожно-климатического районирования, представленной в СП 34.13330.2021 [3], Ямало-Ненецкий автономный округ расположен в I дорожно-климатической зоне. I ДКЗ по площади занимает более 60 % территории страны и является единым географическим целым. Практически вся Восточная Сибирь, северная часть Западной Сибири и северо-западные районы европейской части страны включены в I ДКЗ, но природно-климатические условия этих территорий отличны друг от друга. На заседании секции научно-технического совета Росавтодора № 4 «Стандартизация, повышение качества и внедрение новых технологий, техники и материалов» (декабрь 2024 г.) рассматривался вопрос «Рекомендации по дорожно-климатиче-

скому районированию в зоне вечной мерзлоты (I ДКЗ)», что подчеркивает актуальность обозначенной проблемы. Действующие нормы проектирования, которые не в полной мере учитывают особенности природно-климатических условий отдельных регионов страны, включая Арктическую зону, провоцируют снижение эксплуатационной надежности транспортных сооружений, что вызывает значительные затраты на проведение восстановительных работ. Решению обозначенной проблемы может способствовать детализация дорожно-климатического районирования территории ЯНАО – зоны распространения многолетне-мерзлых грунтов (ММГ). Еще в прошлом веке специалисты [4] указывали на актуальность районирования «внутри самих зон», однако сложность решения подобной задачи по-прежнему обусловлена низкой плотностью сети автомобильных дорог во вновь осваиваемых регионах, отсутствием стандартизированных методов назначения признаков разделения зон на подзоны и дорожные районы. Хотя примерные географические границы дорожно-климатических зон на карте-схеме СП 34.13330-2021 (приложение Б) включают разделение на подзоны с учетом определения расчетной влажности грунтов при расчетах на прочность и морозоустойчивость дорожных одежд.

Специалисты кафедры «Автомобильные дороги» Томского государственного архитектурно-строительного университета осуществляют исследования, направленные на дифференциацию дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа [5–7] по методологической схеме, предложенной в работе [8], включающей две стадии работ. Первая стадия направлена на выделение однородных территорий в административных образованиях России в таксономической системе «зона – подзона – дорожный район». На второй стадии выполняют назначение расчетных показателей свойств и состояния грунтов земляного полотна с учетом элементов геокомплекса, характеризующих дорожный район [9–11]. Выделение районов для отдельных регионов страны, в пределах которых однотипные дорожные конструкции можно охарактеризовать близкими значениями прочности и устойчивости, – главная задача детализации и уточнения дорожно-климатического районирования по рассматриваемой схеме. При большой площади территории исследования уточнение дислокации границ зон, а также выделение подзон и дорожных районов осуществляют в пределах границ административных образований, после чего производят «сшивку» границ дорожных районов на территориях других административных образований, примыкающих к тем, в пределах которых уже выполнены работы по учету элементов геокомплекса [8, 12].

В работе [9] территория Западной Сибири с учетом зональных признаков, характеризующих геокомплекс, была разделена на четыре дорожно-климатические зоны (рис. 1). На основании анализа картографических материалов и ранее выполненных работ по районированию территории Западной Сибири [9, 13] уточнена дислокация границы I и II дорожно-климатических зон. Выявлено, что она проходит между параллелями с юга 56° с. ш. на север до 62° с. ш. через опорные пункты: Пионерный – Ханты-Мансийск – Нефтеюганск – Стрежевой – Белый Яр – Канск. Следует отметить, что, согласно сделанным в работах [9, 13] выводам, Ямало-Ненецкий автономный округ действительно расположен в I дорожно-климатической зоне.

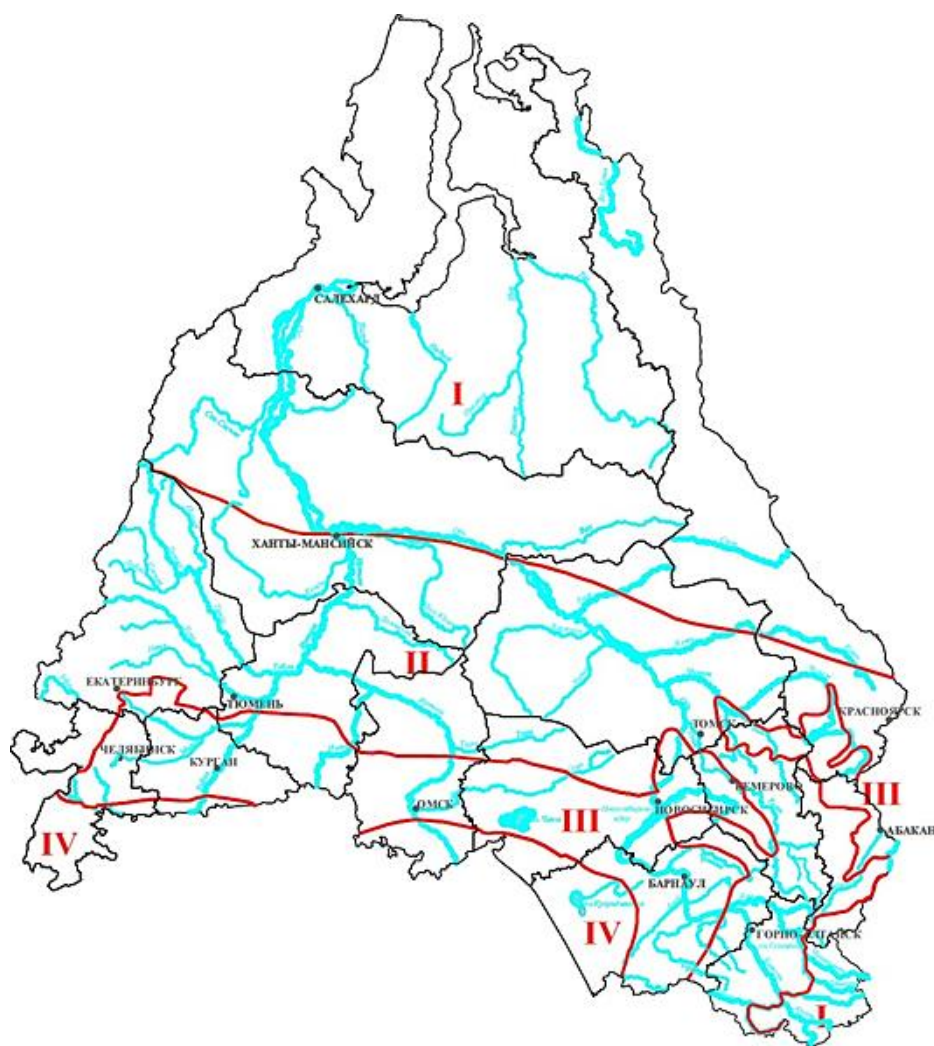
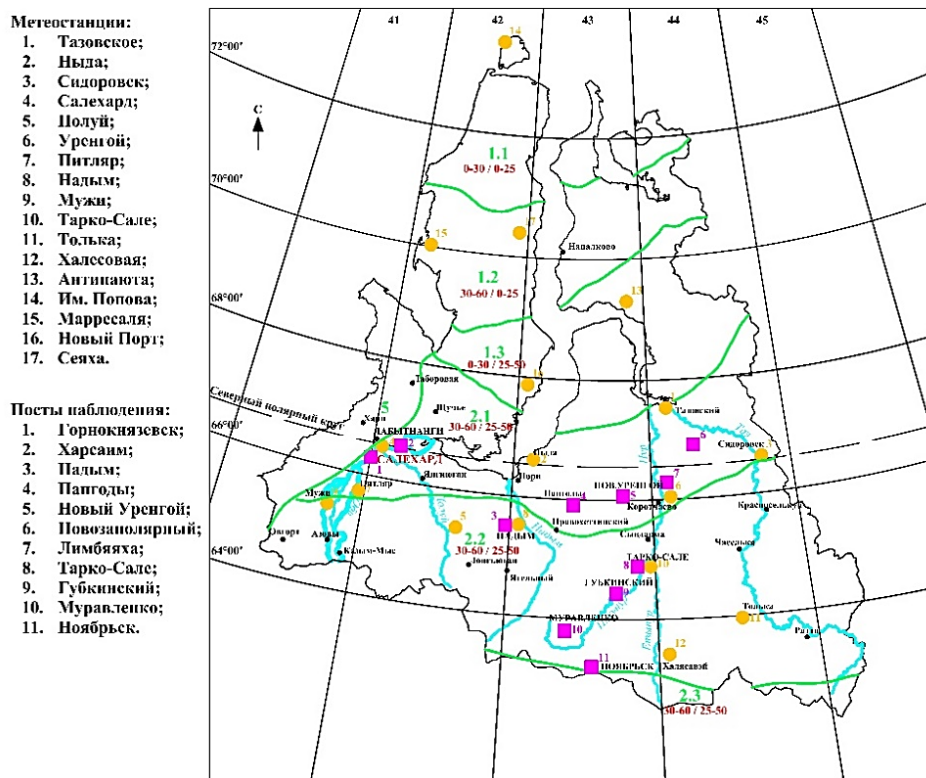


Рис. 1. Схема дорожно-климатического районирования территории Западной Сибири (по С.В. Ефименко [9])

Fig. 1. Road-building climatic zoning in Western Siberia (S.V. Efimenko [9])

К группе географических факторов, которые влияют на условия проектирования и строительства автомобильных дорог, относят особенности простира- ния растительного покрова в тех или иных природных условиях [14–16]. Рас- тительный покров тесно связан с такими элементами геокомплекса, как распро- странение и температура ММГ; увлажненность территории, что делает его одним из доминирующих признаков геокомплекса при детализации дорожно- климатического районирования. Именно поэтому описание дорожно-климати- ческих зон и подзон в СП 34.13330-2021 базируется на увлажненности терри- тории и типе растительности. Природные зоны на территории ЯНАО включают в себя ландшафтные зоны (подзоны): тундра (арктическая, типичная, южная); тайга (лесотундровая, северотаежная) и Уральские горы (рис. 2).



Условные обозначения:

- НОЯБРЬСК** - Населённый пункт.
- Подуй** - Река.
- 6** - Метеостанция.
- 6** - Пост наблюдения.
- 0-30 / 0-25** - В числителе - среднегодовое количество осадков, см; в знаменателе - среднегодовое испарение с поверхности, г/(см<sup>2</sup>·год).
- Границы распространения растительности:**
1. Тундровая зона:
    - 1.1 - северная подзона (подзона арктических тундр);
    - 1.2 - средняя подзона (подзона типичных тундр);
    - 1.3 - южная подзона (подзона южных тундр);
  2. Тайжная зона:
    - 2.1 - подзона лесотундры;
    - 2.2 - подзона северной тайги;
    - 2.3 - подзона средней тайги;
  5. Уральские горы.

Рис. 2. Карта-схема ЯНАО с зонированием территории по растительности  
Fig. 2. Map-scheme of the YNAO with territory zoning by vegetation

В СП 313.1325800.2017 [17] описаны признаки, оказывающие решающее влияние на устойчивость дорожных конструкций в I дорожно-климатической зоне: вид грунта сезоннооттаивающего слоя и его влажность; характер распространения ММГ и их температура; мощность слоя сезонного оттаивания; среднегодовые температуры воздуха; рельеф местности; гидрология и величина снегопереноса. По ним на карте-схеме дорожно-климатического районирования, представленной в СП [3], выделены подзоны в I ДКЗ. Руководящим критерием при выделении *подзон* на территории Ямало-Ненецкого автономного округа принят рельеф местности, при выделении *районов* – мощность многолетнемерзлых пород (ММП) и их температура.

Рельеф Ямало-Ненецкого автономного округа в основном равнинный (рис. 3), с высотами до 50 м над уровнем моря. Такие особенности рельефа обуславливают широкое распространение озер и болот различных типов на значительной части территории. Наиболее низменными являются прибрежные поверхности Карского моря, где высоты колеблются от 1–5 до 22–35 м. Холмистый рельеф определяется возвышенностью Мужинский Увал (до 290 м) и Сибирскими Увалами, расположенными на южной границе округа, с высотами от 131 до 250–285 м. Горная часть округа (западная граница) проходит по вытянутому в субмеридиональном направлении на 400 км Полярному Уралу. Горная система начинается от Константинова Камня на севере и простирается до верховьев р. Хулги на юге, представляя собой крупные горные массивы. Наиболее высокими точками региона являются горы Пайер (1472 м), Ханмей (1333 м) и Колокольня (1305 м) [1, 18].

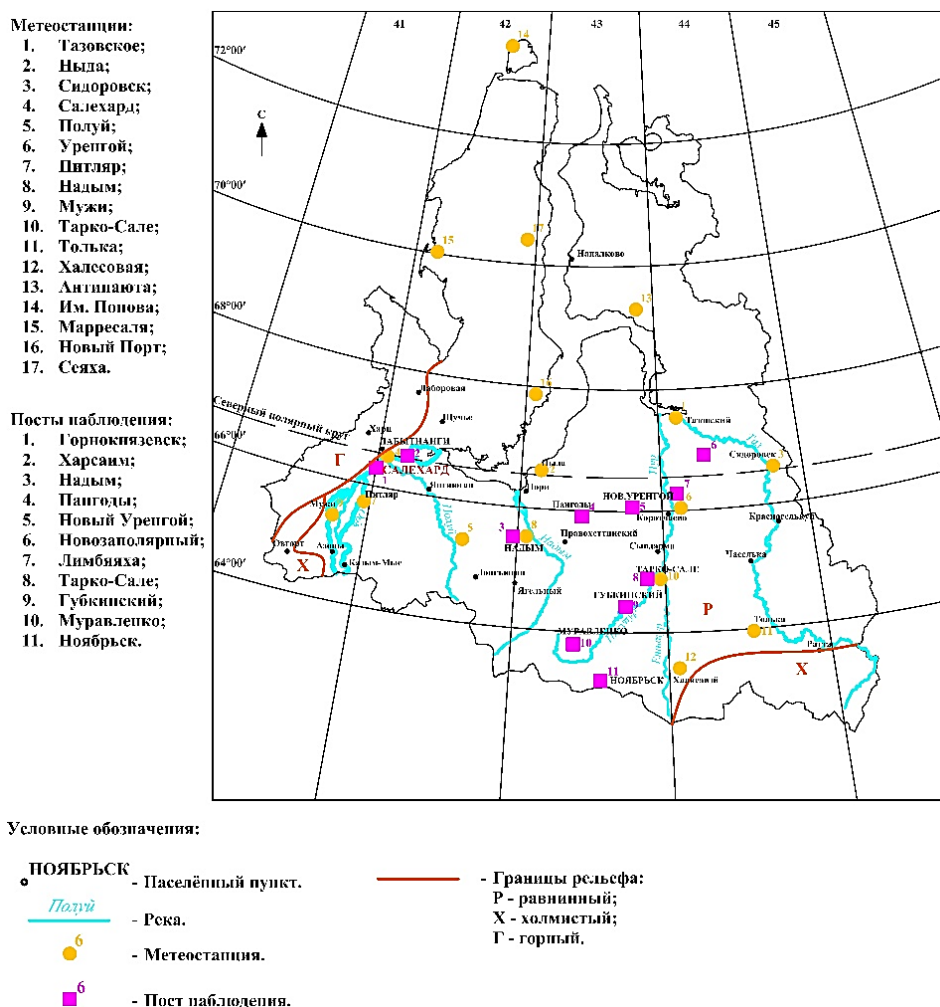


Рис. 3. Карта-схема ЯНАО с зонированием территории по рельефу  
Fig. 3. Map-scheme of the YNAO with territory relief zoning

Наличие многолетней мерзлоты – важная региональная особенность территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Мерзлотные ландшафты отличны от природных комплексов, т. к. мерзлота влияет на распределение почв, рек, озер и растительности. По особенностям распространения многолетнемерзлых пород выделено три таксона (рис. 4). Первый характеризуется мощностью ММП в пределах 50–450 м и отрицательной температурой грунтов на поверхности, второй – мощностью ММП в пределах 50–450 м и температурой грунтов на поверхности, равной 0 ... +1,5 °С, третий – мощностью ММП в пределах 0–50 м и температурой грунтов на поверхности более +1,5 °С.

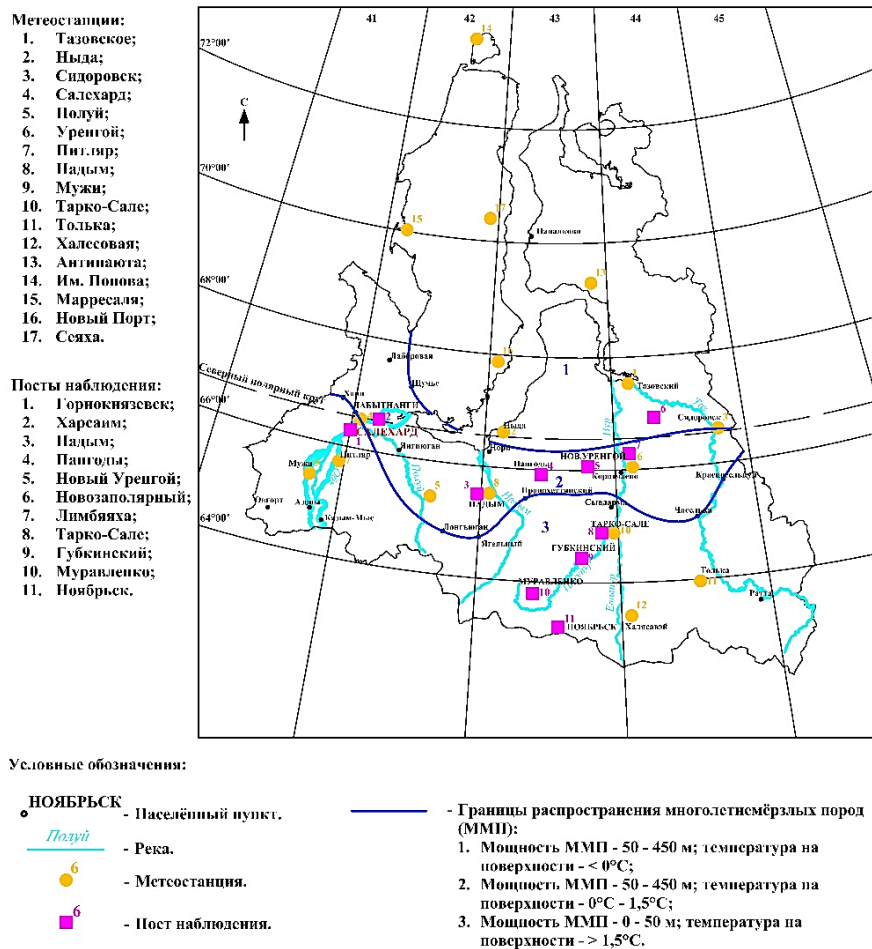


Рис. 4. Карта-схема ЯНАО с детализацией зонирования территории по распространению мерзлотных пород

Fig. 4. Map-scheme of the YNAO with detailed territory zoning by permafrost distribution

Представленная на рис. 5 карта-схема территории Ямало-Ненецкого автономного округа отражает детализацию дорожно-климатического районирования, полученную методом наложения [9] доминирующих признаков географического комплекса (см. рис. 2–4).



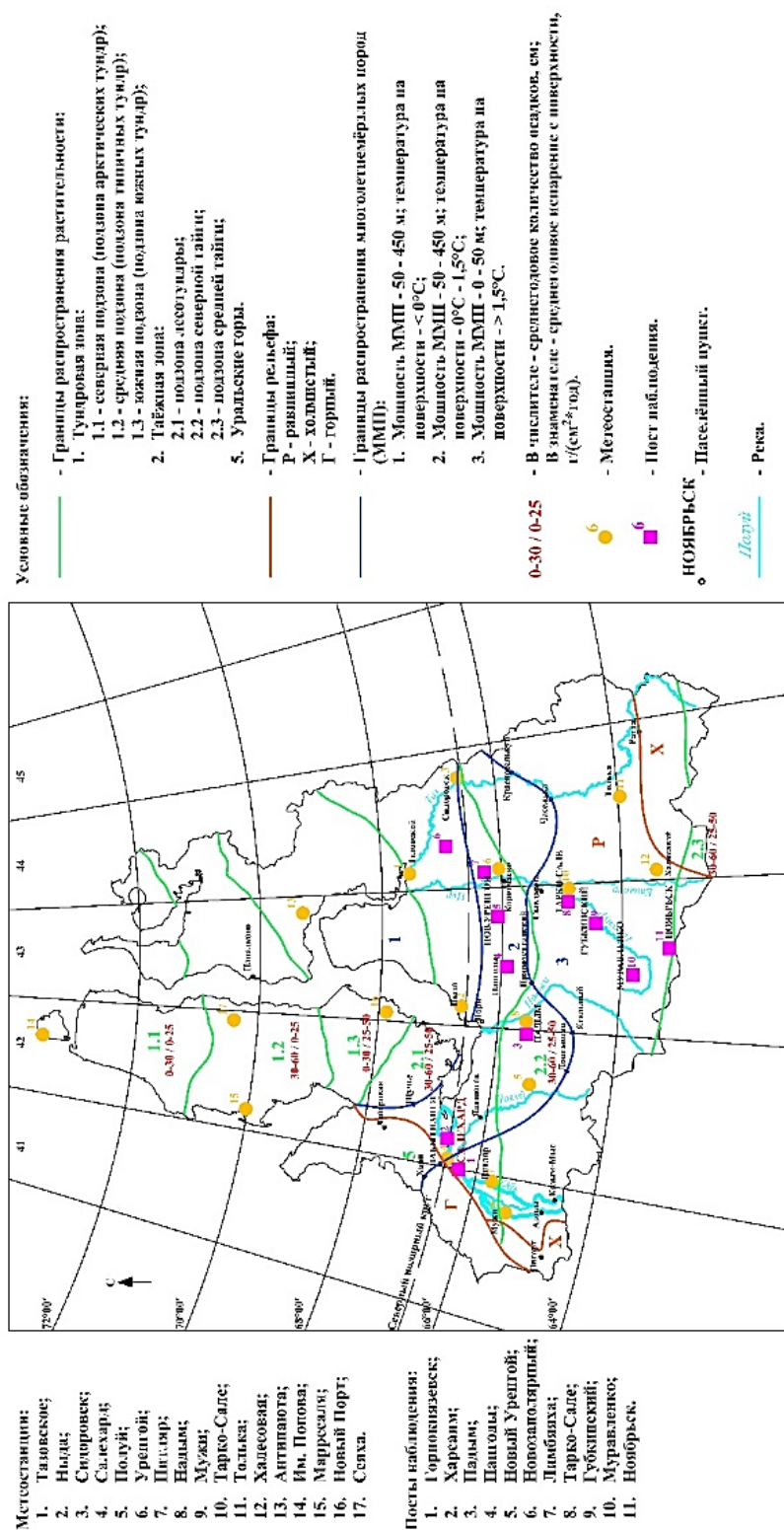


Рис. 5. Карта-схема территории ЯНАО с зонированием по доминирующим факторам  
Fig. 5. Map-scheme of the YNAO territory with zoning by dominant factors



В заключение отметим, что детализация дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа направлена на обеспечение качества проектирования и строительства автомобильных дорог и требуемых межремонтных периодов в регионе. Для территории ЯНАО рекомендованы одна дорожно-климатическая зона (I), три подзоны (равнинный, холмистый и горный рельеф) и шесть дорожных районов (от 1 до 3 в зависимости от зоны и подзоны) (рис. 6).

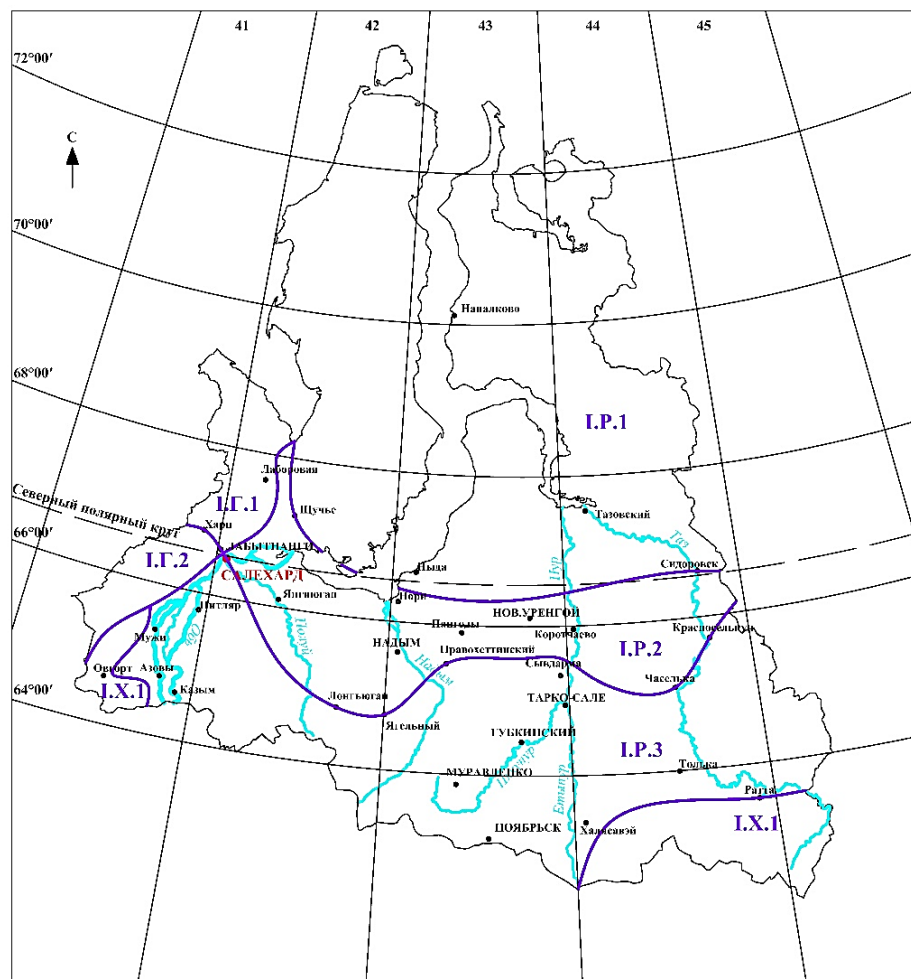


Рис. 6. Карта-схема дорожно-климатического районирования территории ЯНАО:  
I – дорожно-климатическая зона; Р, Х, Г – подзоны по типам рельефа (равнинный, холмистый, горный); 1–3 – номера дорожных районов

Fig. 6. Map-scheme of road-building climatic zoning on the YNAO territory:  
I – road-building climatic zone; R, X, G -- subzones by relief types (flat, hilly, mountainous); 1–3 – numbers of road districts

Перспективы дальнейших исследований предполагают конкретизацию признаков «дорожные подзоны; районы», назначение расчетных значений ха-

рактических преобладающих грунтов земляного полотна на территории выделенных при детализации дорожно-климатического зонирования таксонов.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Энциклопедия Сибири*. URL: <https://encyclopediaofsiberia.tilda.ws/main> (дата обращения: 08.10.2024).
2. *Российская Федерация. Указы*. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года : Указ Президента РФ от 26.10.2022 г. № 645 // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_366065/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366065/) (дата обращения: 10.09.2024).
3. *СП 34.13330.2021*. Автомобильные дороги / Минстрой России. Москва, 2021. 94 с.
4. *Золотарь И.А., Пузаков Н.А., Сиденко В.М.* Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд. Москва : Транспорт, 1971. 416 с.
5. *Ефименко В.Н., Ефименко С.В., Баширова И.А.* Особенности формирования информационного банка данных для уточнения границ дорожно-климатических подзон на территории ЯНАО // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 6. С. 150–159. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-6-150-159. EDN: KSGVEB
6. *Ефименко С.В., Елисеенко М.М.* К уточнению схемы дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1 (86). С. 94–103. EDN: BABBSO
7. *Сиволоп В.Е.* Полевые и лабораторные исследования грунтов земляного полотна автомобильных дорог ЯНАО // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XIX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 26–29 апреля 2022 г. Том 6. Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. С. 66–68. EDN: ZHBPGE
8. *Ефименко С.В., Черепанов Д.Н.* Методические аспекты регионального уточнения простира- ния линий границ дорожно-климатических зон // Вестник МГСУ. 2013. № 6. С. 214–222. EDN: QGRZHD
9. *Ефименко С.В., Бадина М.В.* Дорожное районирование территории Западной Сибири. Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. 244 с. ISBN: 978-5-93057-613-9. EDN: TUKYDD
10. *Ефименко С.В., Ефименко В.Н., Бадина М.В., Афиногенов А.О.* Учёт особенностей рас- пространения геокомплексов при территориальной организации дорожно-климатиче- ского районирования // Дороги и мосты. 2014. № 31. С. 42–52.
11. *Ефименко С.В.* Учёт территориальной однородности географических комплексов при проектировании автомобильных дорог // Вестник Томского государственного архитек- турно-строительного университета. 2015. № 3 (50). С. 226–236. EDN: TVVOUJ
12. *Афиногенов О.П., Ефименко С.В., Афиногенов А.О.* Совершенствование методов проек- тирования автомобильных дорог на основе дифференциации районирования. Кемерово : ООО «Офсет», 2015. 364 с.
13. *Бадина М.В., Ефименко В.Н., Ефименко С.В.* К обоснованию территориального распро- странения границы I–II дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 4 (41). С. 295–303.
14. *Васильев А.П., Яковлев Ю.М., Коганзон М.С.* Принципы прогнозирования транспортно- эксплуатационного состояния дорог // Автомобильные дороги. 1993. № 1. С. 8–10.
15. *Ефименко В.Н., Вилисов В.П.* Анализ причин разрушения нежестких дорожных одежд в условиях Западной Сибири // Рациональные методы строительства и эксплуатации ав- томобильных дорог в условиях Сибири. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1983. С. 41–45.
16. *Сильянов В.В.* Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. Москва : Транспорт, 1984. 287 с.
17. *СП 313.1325800.2017*. Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты. Правила про- ектирования и строительства. Москва : Стандартинформ, 2018. 77 с.
18. *Большая Российская энциклопедия*. URL: <https://old.bigenc.ru/> (дата обращения: 08.10.2024).

## REFERENCES

1. Entsiklopediya Sibiri. Available: <https://encyclopediaofsiberia.tilda.ws/main> (accessed October 8, 2024). (In Russian)
2. Decree N 645 of 26.10.2022 of the President of the Russian Federation “On the Strategy for the development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2035”. Available: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_366065/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366065/) (accessed September 10, 2024). (In Russian)
3. SP 34.13330.2021. Automobile roads. Moscow, 2021. 94 p. (In Russian)
4. Zolotar I.A., Puzakov N.A., Sidenko V.M. Water-Thermal Regime of Earth Bed and Roadways. Moscow: Transport, 1971. 416 p. (In Russian)
5. Efimenko V.N., Efimenko S.V., Bashirova I.A. Data Bank for Road-Building Climatic Zones in Yamalo-Nenets Autonomous District. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2022; 24 (6): 150–159. (In Russian)
6. Efimenko S.V., Eliseenko M.M. Towards Clarification of Road-Building Climatic Zoning in the territory of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitelstvo i arkhitektura*. 2022; 1 (86): 94–103. (In Russian)
7. Sivolap V.E. Field and Laboratory Studies of Soils of the Earth Bed of YNAO Highways. In: *Proc. 19th Int. Sci. Conf. of Students and Young Scientists 'Prospects of Fundamental Sciences Development'*, 26–29 April. Vol. 6. Tomsk: TPU, 2022. Pp. 66–68. (In Russian)
8. Efimenko S.V., Cherepanov D.N. Methodological Aspects of Regional Road-Building Climatic Zone Boundaries. *Vestnik MGSU*. 2013; (6): 214–222. (In Russian)
9. Efimenko S.V., Badina M.V. Road Zoning of the Territory of Western Siberia. Tomsk: TSUAB, 2014. 244 p. (In Russian)
10. Efimenko S.V., Efimenko V.N., Badina M.V., Afinogenov A.O. Account for the Geocomplex Distribution at Territorial Organization of Road-Building Climatic Zones. *Dorogi i mosty*. 2014; (31): 42–52. (In Russian)
11. Efimenko S.V. Territorial Homogeneity of Geographic Complexes in Design of Automobile Roads. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2015; 3 (50): 226–236. (In Russian)
12. Afinogenov O.P., Efimenko, S.V., Afinogenov A.O. Improvement of Highway Design Methods Based on Zoning Differentiation. Kemerovo: Ofset, 2015. 364 p. (In Russian)
13. Badina M.V., Efimenko V.N., Efimenko S.V. Rationale for Boundaries of Road Building Climatic Zones I–II in West Siberia. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2013; 4 (41): 295–303. (In Russian)
14. Vasilev A.P., Yakovlev Yu.M., Koganzon M.S. Principles of Forecasting Transportation and Operational Conditions of Roads. *Avtomobilnye dorogi*. 1993; (1): 8–10. (In Russian)
15. Efimenko V.N., Vilisov V.P. Analysis of Failure of Non-Rigid Road Pavements in Western Siberia. In: *Rational Methods of Construction and Operation of Highways in Siberia*. Tomsk: TSU, 1983. Pp. 41–45. (In Russian)
16. Silyanov V.V. Transportation and Operational Qualities of Roads. Moscow: Transport, 1984. 287 p. (In Russian)
17. SP 313.1325800.2017 “Motor roads in permafrost areas. Design and construction rules”. Moscow: Standartinform, 2018. 77 p. (In Russian)
18. Big Russian Encyclopedia. Available: <https://old.bigenc.ru/> (accessed October 8, 2024). (In Russian)

## Сведения об авторах

Баширова Ирина Андреевна, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, [izgolich@mail.ru](mailto:izgolich@mail.ru)

Гиллих Светлана Николаевна, заместитель директора департамента, начальник управления, Департамент транспорта и дорожного хозяйства Ямало-Ненецкого автономного округа, 629008, г. Салехард, ул. Зои Космодемьянской, 43, [SNGillih@yanao.ru](mailto:SNGillih@yanao.ru)

*Ефименко Сергей Владимирович*, докт. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, svefimenko\_80@mail.ru

*Ефименко Владимир Николаевич*, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

#### **Authors Details**

*Irina A. Bashirova*, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, izgolich@mail.ru

*Svetlana N. Gillikh*, Director Deputy, Department of Transport and Road Facilities of Yamalo-Nenets Autonomous District, 43, Zoi Kosmodemyanskoy Str., 629008, Salekhard, Yamalo-Nenets Autonomous District, Russia, SNGillikh@yanao.ru

*Sergei V. Efimenko*, DSc, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, svefimenko\_80@mail.ru

*Vladimir N. Efimenko*, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia.

#### **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 05.03.2025  
Одобрена после рецензирования 21.03.2025  
Принята к публикации 21.04.2025

Submitted for publication 05.03.2025  
Approved after review 21.03.2025  
Accepted for publication 21.04.2025