Academia. Архитектура и строительство. №3, 2026, 184 с.

Журнал издаётся ФГБУ «Российская академия архитектуры и строительных наук» (РААСН) при поддержке ООО «Научно-исследовательский институт перспективного градостроительства» (НИИПГ) и ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН).

Academia. Architecture and Construction. №3, 2026, 184 p.

The journal is published by FGBU 'Russian Academy of Architecture and Construction Sciences' Publication Supported by OOO FGBU 'Scientific Research Institute of Perspective Urban Development' and FGBU 'Research Institute of Building Physics of RAACS'.

Редакционный совет:

Бок Томас, иностранный член РААСН
Ерофеев В.Т., академик РААСН
Ильичев В.А., академик РААСН
Ковачев А.Д., иностранный член РААСН
Кудрявцев А.П., академик РААСН
Ляхович Л.С., академик РААСН
Митягин С.Д., академик РААСН
Орельская О.В., член-корреспондент РААСН
Перельмутер А.В., иностранный член РААСН
Петров В.В., академик РААСН
Птичникова Г.А., академик РААСН
Ресин В.И., академик РААСН
Теличенко В.И., академик РААСН
Травуш В.И., академик РААСН
Чантурия Ю.В., иностранный член РААСН
Швидковский Д.О., академик РААСН
Штиглиц М.С., академик РААСН

Редакционная коллегия:

Есаулов Г.В., академик РААСН – главный редактор
Акимов П.А., академик РААСН – зам. главного редактора
Аверьянов В.К., член-корреспондент РААСН
Белостоцкий А.М., академик РААСН
Бондаренко И.А., академик РААСН
Гельфонд А.Л., академик РААСН
Казарян А.Ю, академик РААСН
Кайтуков Т.Б., советник РААСН
Кашеварова Г.Г., член-корреспондент РААСН
Колчунов В.И., академик РААСН
Мангушев Р.А., член-корреспондент РААСН
Пухаренко Ю.В., член-корреспондент РААСН
Салимов А.М., член-корреспондент РААСН
Федосов С.В., академик РААСН
Шитикова М.В., советник РААСН,
Шубенков М.В., академик РААСН
Шубин И.Л., член-корреспондент РААСН

Редакторы *Г.И.Рогунова, И.И.Терехова, К.Ю.Сотников*
Компьютерная верстка *Т.А.Рыбниковой*
Корректор английского текста *К.Ю.Сотников*

Журнал «Academia. Архитектура и строительство» издается с 2001 года, входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора и кандидата наук по строительству и архитектуре по специальностям: 2.1.1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.5; 2.1.7; 2.1.9; 2.1.11; 2.1.12; 2.1.13; 5.6.6 (архитектура).

Рецензенты номера: А.Б.Бодэ, А.М.Белостоцкий, Е.Л.Беляева, Т.Е.Бобкова, В.Т.Ерофеев, Д.А.Карелин, Н.В.Касьянов, Г.Г.Кашеварова, Е.В.Конышева, Д.В.Конин, И.В.Кукина, С.Д.Митягин, Д.И.Михейкин, В.Д.Оленьков, О.В.Орельская, М.В.Перькова, Ю.В.Пухаренко, Н.В.Разуваев, А.Н.Расходчаков, Ю.В.Рысин, В.А.Самогоров, А.К.Соловьев, И.Н.Тихонов, В.С.Федоров, А.А.Фисенко, А.А.Худин, Н.Я.Цибельман, Э.А.Шевченко, В.А.Шемякина.

Графические и фотоматериалы предоставлены авторами статей. Редакция не несёт ответственность за авторство иллюстративных материалов

© Academia. Архитектура и строительство, 2026.

Table of Contents

view

5 An Old Russian Cross Framed by Letters in the Context of the Hypothesis of Spatial Word Formation. *Bondarenko I.A.*

Researches and Theory

Architecture

11 The Retinue Building of the Livadia Ensemble: Six Working Drawings by Architect N.P. Krasnov, 1912. *Slyunkova I.N.*

20 Noah Trotsky's 1918-1919 Academic Projects as a Document of His Authorial Style: to Description of the Early Stages of the Architect's Creative Biography. *Pechenkin I.E.*

27 Decorative Grilles and Fences of the Soviet Period: History, Specifics and Conservation Challenges (a Case Study of Yaroslavl). *Saprykina N.S.*

38 Single-Cavity Hyperboloid in World Architecture. *Korotich A.V., Pluzhnikova S.E.*

49 State Support and Regulatory Instruments for the Development of Ecological Low- and Medium-Rise Residential Architecture. *Alimova D.N., Volichenko O.V.*

Urban Planning

56 Urban Planning Challenges and Prospects for Housing Construction in the Russian Federation. *Spirin P.P.*

66 Urban Planning of the Pre-Factory Areas in Ivanovo in the 1920s–1960s: Evolution of Approaches, Practice, and Trends. *Snitko A.V., Balynin P.C.*

79 Heritage Site: Miusskaya Square – The Square of Enlightenment, Education, and Science. *Belyaeva E.L., Belyaev A.Yu.*

91 Marking the Street and Road Network with red Lines in the Master Plan. *Mayboroda V.A.*

Construction Sciences

98 Differentiated regulation of insolation in the Arctic zone of Russia. *Shmarov I.A., Zemtsov V.V., Sladkova Yu.N.*

104 Research on Equal-Strength Mechanical Couplings of High-Strength Rebars under Single-Cycle Dynamic Loads. *Rakhmanov V.A., Safonov A.A.*

112 Dynamic Effects from Railway Transport and Tunnel Excavation on Rock-Hewn Cultural Heritage Sites. *Smirnov V.A.*

121 Photopolymer Varnish Systems for Wood-Based Composites. *Il'ina V.V., Strokova V.V., Babkina L.A., Stepina I.V.*

129 On One Approach to the Calculation of Circular Cylindrical Shells. *Abazov A.B., Abazov A.A.*

overview

134 On the Issues of Designing Buildings for Natural Science Research Areas. *Dianova-Klokova I.V., Khrustalev A.A.*

146 Structures of Residential and Public Buildings: A Retrospective Analysis and Current Trends. *Travush V.I., Kolchunov V.I.*

160 Comparative Analysis of Intelligent Systems for Assessing the Technical Condition of Building Structures. *Kashevarova G.G., Krylov S.A.*

Events

171 Brick to the History of Moscow architecture. *Pechenkin I.E., Shurygina O.S.*

175 Russian Style and the Russian Avant-Garde: On the Work of Architect A.S. Nikolsky. *Bondarenko I.A.*

178 The Creative Journey of Viktor A. Rakhmanov, Director of the VNIIzhelezobeton Institute. *Travush V.I.*

181 Persons Whose Jubilees are Celebrated

182 New Books

Содержание

взгляд

5 Древнерусский крест, обрамлённый буквами, в свете гипотезы о пространственном словообразовани. *Бондаренко И.А.*

исследования и теория

архитектура

11 Свитский корпус Ливадийского ансамбля: шесть исполнительских чертежей архитектора Н.П. Краснова. 1912 год. *Слюнькова И.Н.*

20 Учебные проекты Н.А. Троцкого 1919–1920 годов как документ авторской манеры. К описанию раннего этапа творчества архитектора. *Печёнкин И.Е.*

27 Декоративные решётки и ограды советского периода: история, специфика и проблемы сохранения (на примере г. Ярославля). *Сапрыкина Н.С.*

38 Однополостный гиперболоид в мировой архитектуре. *Коротич А.В., Плужникова С.Э.*

49 Государственная поддержка и нормативные инструменты развития экологической мало- и среднеэтажной жилой архитектуры. *Алимова Д.Н., Воличенко О.В.*

градостроительство

56 Градостроительные проблемы и перспективы жилищного строительства в Российской Федерации. *Спирин П.П.*

66 Градостроительное формирование предзаводских площадей города Иванова в 1920–1960-е годы: эволюция подходов, практика, тенденции. *Снитко А.В., Балынин П.С.*

79 Достопримечательное место: Миусская площадь – площадь просвещения, образования и науки. *Беляева Е.Л., Беляев А.Ю.*

91 Обозначение красными линиями улично-дорожной сети в генеральном плане. *Майборода В.А.*

строительные науки

98 Дифференцированное нормирование инсоляции в Арктической зоне России. *Шмаров И.А., Земцов В.В., Сладкова Ю.Н.*

104 Исследование равнопрочных механических муфтовых соединений высокопрочной арматуры при однократных динамических нагрузках. *Рахманов В.А., Сафонов А.А.*

112 Динамические воздействия от железнодорожного транспорта на скальные объекты культурного наследия. *Смирнов В.А.*

121 Фотополимерные лаковые системы для композитов на основе древесины. *Ильина В.В., Строкова В.В., Бабкина Л.А., Степина И.В.*

129 Об одном подходе к расчёту круговых цилиндрических оболочек. *Абазов А.Б., Абазов А.А.*

обзоры

134 К вопросам проектирования зданий естественнонаучного направления исследований. *Дианова-Клокова И.В., Хрусталев Д.А.*

146 Конструкции жилых и общественных зданий: ретроспективный анализ и современные тенденции. *Травуш В.И., Колчунов В.И.*

160 Сравнительный анализ интеллектуальных систем оценки технического состояния строительных конструкций. *Кашеварова Г.Г., Крылов С.А.*

события

171 Кирпич в историю архитектуры Москвы. *Печёнкин И.Е., Шурыгина О.С.*

175 Русский стиль и русский авангард: о творчестве архитектора А.С. Никольского. *Бондаренко И.А.*

178 Творческий путь Рахманова Виктора Алексеевича – руководителя Института ВНИИжелезобетон. *Травуш В.И.*

181 Юбиляры

182 Новые книги



Ливадия. Свитский корпус. Фрагмент фасада. Фотография И.Н. Слюньковой. 2024 год

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 5–10.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 5–10.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.01
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-5-10

Древнерусский крест, обрамленный буквами, в свете гипотезы о пространственном словообразовании

Бондаренко Игорь Андреевич (Москва). Доктор архитектуры, профессор, академик РААСН. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»). Эл. почта: igor.bondarenko.54@mail.ru

Аннотация. В развитие авторской гипотезы о сложении в древности определённой системы взаиморасположения чисел и эквивалентных им букв, посредством которой слова могли увязываться с пространственными координатами и получать те или иные геометрические конфигурации, рассмотрен уникальный древнерусский артефакт – чеканный крест на оглавии иконы-складня мастера Лукиана, в обрамлении которого расставлены четыре буквы. Исходя из результатов проведённого ранее исследования, автор дополняет их на схеме креста двадцатью четырьмя буквами соответствующих числовых значений и находит выразительные слова, строящиеся на всевозможных сочетаниях этих букв. Тем самым проявляются смыслы составных частей креста и осеняемых им пространственных локусов. Затрагивается также вопрос о формировании трёхмерного пространства вокруг двухмерного креста, для чего привлекаются некоторые астрономические знания и архаические модели мироздания.

Ключевые слова: пространство, куб, оси, диагонали, крест, знак, число, буква, слово, конфигурация, форма

Для цитирования. Бондаренко И.А. Древнерусский крест, обрамлённый буквами, в свете гипотезы о пространственном словообразовании // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 5–10. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-5-10.

Ancient Russian Cross Framed by Letters in the Light Of The Hypothesis About Spatial Word Formation

Bondarenko Igor A. (Moscow). Doctor of Sciences in Architecture, Professor, Academician of RAACS. National Research Moscow State University of Civil Engineering; The Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, branch of the TsNIIP Minstroy of Russia. E-mail: igor.bondarenko.54@mail.ru

Annotation. Further developing the author's hypothesis concerning the emergence in antiquity of a specific system for the spatial arrangement of numbers and their corresponding letters, whereby words could be associated with spatial coordinates and assume particular geometric configurations, the article examines a unique Old Russian artifact: an embossed cross on the crowning element of a folding icon by the master Lukian, surrounded by four letters. Drawing on the results of his previous research, the author supplements the cross diagram with twenty-four letters corresponding to the relevant numerical values and identifies meaningful words formed through various combinations of these letters. This reveals the meanings of the constituent parts of the cross and the spatial loci marked by it. The article also addresses the formation of three-dimensional space around the two-dimensional cross, with reference to certain astronomical knowledge and archaic models of the universe.

Keywords: space, cube, axes, diagonals, cross, sign, number, letter, word, configuration, form

© Бондаренко И.А., 2026.

В этой статье автор развивает тему, начатую в публикации «Происхождение языка архитектурно-пространственных форм: обоснование гипотезы» («Academia. Архитектура и строительство». 2025. № 4).

For citation: Bondarenko I.A. An Old Russian Cross Framed by Letters in the Context of the Hypothesis of Spatial Word Formation. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 5–10, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-5-10.

Статья посвящена анализу системы загадочных пространственных маркеров, расставленных в определённом порядке на уникальном древнерусском артефакте – кресте мастера Лукиана. Задача состоит в подкреплении и развитии авторской гипотезы о «говорящей» геометрии форм, основанной на закономерной взаимосвязи пространственных координат с буквами, образующими в разных сочетаниях те или иные слова [1].

Рассматриваемый крест изображён на обороте оглавия трёхстворчатого серебряного чеканного складня, украшенного позолотой и эмалью (рис. 1). Складень происходит из ризницы Благовещенского собора и хранится в Музеях Московского Кремля (МР 1036). Он датируется 1412 годом, хотя А.А. Турриловым высказано аргументированное предположение о его изготовлении на столетие раньше [2, с. 556; 3, с. 152].

Будто плетёный, чеканный крест с косой перекладиной в нижней части обрамлён квадратом, поставленным на одну из вершин. По углам этого ромбовидного квадрата размещены отчётливо читаемые русские буквы в кружках: в верху **В**, внизу **Г**, по сторонам **Д** и **Ш**. Исследовательницей данного памятника Т.В. Николаевой была высказана мысль, что перечисленные буквы обозначают высоту, глубину, широту, долготу. А ещё она написала: «Эти понятия обозначают четырёхсоставность креста из разных пород дерева – кипариса, финика, кедра и маслины» [4, с. 93]. В Послании апостола Павла Ефесянам содержится перечисление названных пространственных направлений с целью показать всеохватность божественного промысла: «…чтобы вы, укоренённые и утверждённые в любви, могли постигнуть со всеми святыми, что широта и долгота, и глубина и высота, и уразуметь превосходящую разумение любовь Христову, дабы вам исполниться всей полнотою Божиею» [Еф., 3. 18].

Скорее всего, именно этой авторитетной апостольской фразой и вдохновлялся мастер Лукиан, когда выгравировывал по сторонам креста четыре буквы **Ш – Д – Г – В**. Однако встаёт вопрос: почему долгота или длина указана с одного края, а широта – ширина – с другого? И вообще, как могут передаваться характеристики трёхмерного пространства в двухмерном – плоском – кресте? Далее будет показано, что плоскость в нужный момент раздваивается и пространство, сохраняя вертикальную координату, обретает две горизонтальные – широту и долготу.

Буквы **В** и **Г** наверху и внизу стойки креста хорошо увязываются с направлениями вверх и вглубь. Буква **Д** поставлена справа от смотрящего, поэтому вполне вероятно, что она определяет положение десницы. Буква **Ш** находится слева, а ведь название левой руки на Руси начиналось именно с этой буквы – шуйца. Крест, как и весь складень, повёрнут к зрителю тыльной стороной. Недаром на кресте нет фигуры распятого. Как раз этой стороной складень прислонялся к груди человека.

Каковы числовые значения указанных букв? **В, Г, Д** – это 2, 3, 4. Буква **Ш**, как и некоторые другие, входившие в русский алфавит, числового значения не имела, но есть основания полагать, что ею могла обозначаться шестёрка [1, с. 9].

Рассмотрим геометрическую схему креста, образуемого диагоналями квадрата, углы которого отмечены числами 6, 2, 4, 3. Где же первое число – 1? Наверное, оно должно быть там, где число 6. В предыдущей публикации было показано, что 6, 7, 8 и 9 получаются от суммирования 1, 2, 3 и 4 с числом 5, обозначающим точку центра [1, с. 7]. Постановка по углам квадрата четырёх пар чисел означает, что перед нами двухслойная плоскость, включающая очертания спрессованного куба (рис. 2).

Есть основания полагать, что в трёхмерном теле каждая точка тройственна: она стягивает к себе единицы, десятки и сотни своего числа [1, с. 8]. В таком случае на концах креста группируется не по два, а по шесть чисел и соответствующих им букв. Плюс к тому – в средокрестии 555 или буквы **Ф Н Е** (рис. 3).

Надо удостовериться в правильности расстановки чисел. Возможны ли другие комбинации при уплощении куба? Да,

[1] Статья, кроме особо оговорённых случаев, проиллюстрирована рисунками автора.



Рис. 1. Крест мастера Лукиана. Прорись (источник: [2, с. 556])

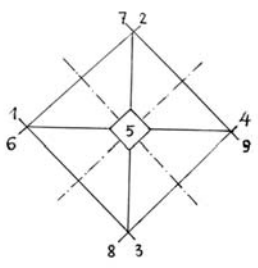


Рис. 2[1]. Схема расстановки чисел, отвечающих значениям букв на кресте мастера Лукиана

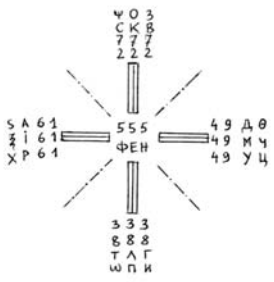


Рис. 3. Схема креста с полным набором чисел и букв

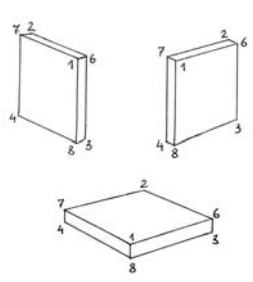


Рис. 4. Три варианта комбинации чисел на вершинах уплощённого в трёх проекциях куба

возможны: 1, 7 – 6, 2 – 3, 9 – 8, 4. Это вторая, поперечная вертикальная плоскость, перпендикулярная по отношению к первой – продольной. Есть и третья – горизонтальная плоскость, к которой прижимаются грани куба при стягивании точек 1, 8 – 2, 9 – 6, 3 – 7, 4. Таковы три проекции куба в ортогональной системе координат (рис. 4). Порядок расстановки букв на кресте Лукиана заставляет остановиться на первой проекции. Знаменательно, что свойственные именно ей пары чисел зафиксированы на древней китайской космограмме Хэ-ту. Правда, на этой космограмме представлена не плоскостная проекция куба, а план тетраэдра, получающийся при скрещивании в пространстве противоположных сторон квадрата [1, с. 7].

Попробуем составить некоторые показательные слова, соединяя буквы, собранные на концах креста и в его середине. Для удобства будем пользоваться как его тыльной, так и лицевой сторонами, отчего некоторые буквы должны переставляться справа налево и наоборот. Воспользуемся предположением, что вторая буква русского алфавита **Б** тяготела к точке 222, несмотря на то, что была лишена числового значения.

На стойке креста читаются такие слова, как: СТОЛП и СТОЛБ, СТВОЛ и СТЕБЕЛЬ, КОЛОС и КОЛ, а также СВЕТ и ЗОЛОТО, ЛЮБОВЬ и СЛОВО, ЛОГОС и БОГ. На перекладине складываются другие понятия: ДУХ и ДУША, ДУМА и МУДРЕЦ, ЦАРЬ и ЧАРОДЕЙ, НАРОД и ЧЕРНЬ, МИР и МЕРА. От средокрестия вверх простирается НЕБО. Внизу – мир ДОЛЬНИЙ. Слово ЗЕМЛЯ относилось бы к нему полностью, если бы писалось через букву «Зело», однако, в древнерусском алфавите была буква, называвшаяся буквально «Земля». Её число 7. Следовательно, начало линии земного дола надо искать на небе. А ведь там, в Новом Иерусалиме, по свидетельству Иоанна Богослова, есть «новая» земля [Откр., 21. 1] (рис. 5).

С неба на землю изливается ВЕСЬ БЕЛЫЙ СВЕТ. Но внизу он БЛЕДНЕЕТ, ГАСНЕТ, сходится КЛИНОМ, на НЕТ. На ПОДОЛЕ сгущается МГЛА и ТЬМА ТЬМУЩАЯ, «ТЕМЕНЬ ЕГИПЕТСКАЯ». Здесь из УГЛЯ, ЗОЛЫ и ПЕПЛА, будто из ПЛЕНА на ВОЛЮ, устремляются ввысь ТЕПЛО, ОГОНЬ и ПОЛЫХАЮЩЕЕ ПЛАМЯ, а с ними – образы библейской ГЕЕННЫ и сказочной ПТИЦЫ

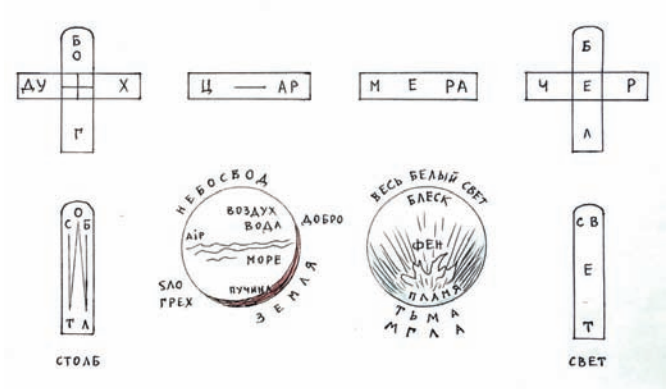


Рис. 5. Формирование некоторых слов на стойке, перекладине и в окружении креста

ФЕНИКС, или ФИНИСТ. Знаменательно, что в основании креста рождается наименование священной ГОРЫ – ГОЛГОФЫ.

На одном конце перекладины креста образуется слово РАЙ, на другом – МУКИ, что отвечает указанию древнерусского апокрифа «О всей твари» на расположение данных топонимов по краям вселенной [4, с. 427]. Муки, МУЧЕНИЯ связаны с путём в АД, где ДЬЯВОЛ, ДИЙ, ДЕМОН. В тоже самое время, буква **Д** на Руси называлась «Добро», а буква **М** – «Мыслете». Это хорошо корреспондируется с уже перечисленными словами дума, мудрец, а также УМ и УЧЕНИЕ, МЫСЛИ и МЕЧТЫ.

Получается так, что понятие ЗЛА (это слово положено было писать через букву S – «Зело» [5, с. 891]) и сопряжённых с ним ГРЕХА, ГОРЯ, ЛИХА, ХИТРОСТИ, ХИЛОСТИ, связано со стороной райской, что кажется удивительным. Но нельзя забывать, что первогрех был совершён в раю(!). Хотя точки 1 и 6 прижаты друг к другу только пока пространство остаётся двухмерным, но когда возникает третье измерение, они решительно раздвигаются влево и вправо, что будет показано в конце статьи.

Видно, что зло, укоренённое внизу, ГРОЗИТ, ГНЕТЁТ, ГЛОЖЕТ СОВЕСТЬ и перевешивает ДОБРО, которое по другую сторону креста ВЗДЫМАЕТСЯ к небу, ДАВАЯ ЛЮДЯМ РАДОСТЬ.

От центра вниз направлены слова НЕТ, НЕГА, НОЛЬ, а оттуда – ТЕНЬ, ЛЕНЬ и ТЛЕН. Как говорится, «на нет – суда нет». СУД в другом месте – там, где ум, мудрость и начинается слово ДА[2]. На десной стороне вырисовывается образ ДОБРА МОЛОДЦА – СМЕЛОГО, УМНОГО, УМЕЛОГО, УДАЧЛИВОГО и МОГУЧЕГО. Он бывает «МАЛ, да УДАЛ». Ему противостоит ГЛУПЕЦ, который, однако, может быть ВЕЛИКАНОМ и обладать СИЛОЙ. Вспоминается поговорка: «Сила есть – ума не надо». На схеме видно, что слово «сила» принадлежит стойке и левой стороне креста, а слово «ум» расположено справа. Где ум и добро, там ДРУЗЬЯ, а где зло – ВРАГИ.

Ещё стоит вспомнить пару понятий: «слово и дело». Слово имеет силу и утверждается подобно восклицательному знаку. ДЕЛО же примыкает к нему сбоку, также как ДОЛГ. Тут МОЛОДОСТЬ и БУДУЩЕЕ, а где СТАРОСТЬ и ВЕТХОСТЬ – БЫЛОЕ, ПРОШЛОЕ. Так и есть: в церкви, обращаясь к АЛТАРЮ мы смотрим в сторону начала времён и давно покинутого рая, при выходе же движемся к концу света и Страшному суду, сцену которого недаром принято изображать на западной стене. Кстати, судить нас обещано по делам, а не по словам!

Далёкое прошлое в русском фольклоре определяется, как то, что было при «царе ГОРОХЕ». К начальным временам относится и камень «АЛАТЫРЬ». А путешествие на сказочный остров БУЯН предстоит, как видно, в будущем. Он расположен на западе – в МОРЕ, где царство СМЕРТИ. На нем растёт ДУБ, под которым складывается печальное слово МОГИЛА (ср.

[2] Надо заметить, что болгары сохранили традицию, противоположную русской, но сообразную начертаниям вышеприведённых слов «да» и «нет»: отрицая что-либо, они наклоняют голову сверху вниз, а утверждая - слегка поворачивают её слева направо и наоборот.

выражение «дать дуба»). Но здесь же ожидается ЧУДО ИСЦЕЛЕНИЯ и ВОЗРОЖДЕНИЯ.

В связи со сказанным надо обратить внимание на ещё одно интересное свидетельство Т.В. Николаевой: «На верхнем торце оглавия вычеканены две личины, мужская и женская, соединённые между собой узлом плетёного орнамента. У изображений надписи: ЖИВОТ, СМЕРТЬ» [4, с. 53]. Оба слова включают буквы с разных концов креста. Не вполне ясно, где локализовать букву **Ж**, так как она не имела числового значения. И всё же можно полагать, что первое слово охватывает преимущественно левую сторону, а второе – правую. Жизнь начинается в прошлом, а смерть поджидает нас в будущем. Это подтверждают и латинские слова Vita и Mort.

Теперь обратимся к начальным строкам книги Бытия: «В начале сотворил Бог небо и землю. Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною, и Дух Божий носился над водою» [Быт. I. 1, 2]. Эти фразы создают представление о замкнутом внешнем контуре вселенной, состоящем из двух разнокачественных половин. Разделительная линия между ними представляется горизонтальной, а соединительная – вертикальной осью. Появление третьей (второй горизонтальной) оси знаменовало, очевидно, сотворение трёхмерного пространства.

Расположение букв по сторонам креста Лукиана подсказало нам, что с вертикальной осью ассоциировался Бог, а с горизонтальной – Дух, который «носился над водою». Вспоминаются языческие верования в БЕЛОГО и ЧЕРНОГО богов – ведь белая стойка на нашей схеме пересекается чёрной перекладиной. Впрочем, судя по буквам, не только чёрной, но и ЧЕРМНОЙ, что в церковнославянском языке означало красной. К этому надо добавить польское слово РУДИЙ – рыжий, а также образуемые из букв в точках 4 и 5 слов МЕДЬ и МЕД. Однако в христианском мировоззрении Бог един в трёх ипостасях. Показательно, что при крестном знамении рукой обозначается вертикаль, соединяющая Отца и Сына, и горизонталь на уровне плеч, принадлежащая Святому Духу.

В связи с этим нельзя не отметить существование традиционных надписей на изображениях сцены Распятия, таких как «Царь мира» или, в славянских странах, «Царь славы». Реформа патриарха Никона сделала обязательной надпись «І Н Ц І», которая является аббревиатурой слов Понтия Пилата: «Иисус Назарянин, Царь Иудейский». Часто на иконах писали первые буквы имени Иисуса Христа, греческое слово победа – Ника, а также буквы, обозначавшие гору Голгофу (ГГ), голову Адама (ГА), копие и трость (КТ). На рассматриваемом кресте мастера Лукиана, кроме вышеназванных букв по концам, выгравированы ІС и ХС.

Под водой в Библии подразумевалась, надо полагать, общая субстанция, заполнявшая изначально все пространство – космический океан. Но в небе она, пронизываясь силой Духа, РАССЕИВАЛАСЬ и превращалась в ВОЗДУХ, имевший ещё наименование АіР, а в ГЛУБИНАХ морских всё более СГУЩАЛАСЬ, ЗАИЛИВАЛАСЬ, УПЛОТНЯЛАСЬ и становилась землёй – ГЛИНОЙ – ДНИЩЕМ вселенной.

Таким образом, перекладину креста можно трактовать в качестве линии разделения и сопряжения неба и земли. Она же служит напоминанием о тверди, созданной «посреди воды» во второй день творения и названной тоже небом [Быт. I. 1, 6]. Последнее предположение подкрепляется традицией изображения на концах перекладины креста (иногда выше) Солнца и Луны, о которых сказано: «да будут светила на тверди небесной» [Быт. I. 1, 4] (рис. 6).

Сотворение мира по Библии разделялось на дни. Это значит, что течение времени тогда уже началось. В отношении светил небесных прямо указано: они нужны не только для освещения земли, но и для «отделения дня от ночи, и для знамений, и времён, и дней, и годов» [Быт. I. 1, 4]. Следовательно, широтное измерение пространства появилось.

Ход времени определяется круговым, циклическим движением. Крест плоский, в нём нет такого движения, что знаменует вечность. Но можно вообразить вращение концов перекладины вокруг вертикальной оси. Это нужно для того, чтобы представить себе расхождение и перемещение обозначенных групп точек в трёхмерном пространстве.

Соединение пар точек 1-6, 2-7, 4-9, 3-8 обнаруживает некий кольцевой ШОВ, который, расходясь, образует широтное измерение. Таким образом, предположение Т.В. Николаевой о том, что буква **Ш** обозначала широту, оказывается состоятельным. Также состоятельна её догадка о связи буквы **Д** с понятием долготы: по точкам 4-3 рисуется линия дола, от которой начинается расщелина, набирающая всё большую



Рис. 6. Крест с изображениями Солнца и Луны на концах перекладины. Старообрядческая икона (источник: https://clck.ru/3Uz8ZR)

ширину между точками 1-6, а также, наверху 7-2, и внизу 3-8; 4-9, образующими деление пространства на правую и левую стороны (рис. 7).

Наиболее наглядные траектории движения вокруг стационарной вертикали получают ключевые буквы в таких словах, как ВОДОВОРОТ, КОЛОВРАЩЕНИЕ, ХОРОВОД, КАРУСЕЛЬ, ВИХРЬ, СМЕРЧЬ, ОМУТ, МЕСИВО, ВЕРЕТЕНО, КАТУШКА, ОБОЙМА, ОБОЛОЧКА, ОКОЛИЦА, ОКРУГ, ОГРАДА, ДВОР, РОТОНДА, КУРГАН (рис. 8). Нельзя не заметить, что различного рода центрические формы образуются благодаря выходу орбит точек за пределы одной горизонтальной плоскости, то есть превращения колец в спирали. Это говорит о некотором расшатывании вертикали, что даёт пищу для размышлений о причинах постановки исходного квадрата на один из углов.

Ранее мной рассматривался куб, стоящий на грани 3-9-4-8, интерпретированной как плоскость земли – дола. Почему же крест мастера Лукиана вторит не взаимоперпендикулярным осям куба, а его диагоналям, собранным в две пары? Для того, чтобы попытаться ответить на данный вопрос, надо обратиться к архаической модели геоцентрической вселенной, свидетельства о которой содержатся не только в Библии, не только в апокрифах и мифах, но и в элементарных основах астрономии.

Стойка креста претендует на статус «оси мира», связующей северный и южный полюса земли и неба. Сейчас мы не сомневаемся в обращении вокруг этой оси нашей планеты, в древности же все верили, что вращаются светила и звёзды, а земля стационарна. С незапамятных времён было замечено, что Солнце, Луна и пять видимых невооружённым глазом планет расположены примерно в одной плоскости, окружённой звёздным поясом, получившим название Зодиака. Эта плоскость заметно наклонена по отношению к небесному экватору, что создаёт при её вращении некие небесные ярусы. Поскольку зодиакальный пояс разбит на 12 знаков, постольку ярусов получается 7 (10 знаков движутся парами на своих уровнях, а 2 крайних – по одному). Вот откуда взялись представления о семи небесах! [7, с. 59]. Семь светил, недаром называемые «блуждающими», перемещаясь по своим кругам с разными скоростями, попадают проекционно то в одно, то в другое созвездие Зодиака. Поэтому траектории их полёта оказываются спиральными (рис. 9).

Описанная наклонная плоскость, именуемая астрономами эклиптикой, может претендовать на роль диска, образованного из правильно построенного куба, заключающего в себе три взаимоперпендикулярные пространственные оси. Две из них лежат в наклонившейся плоскости, а третья, разойдясь с осью мира, создаёт зеркальные конические фигуры, сопряжённые вершинами в общем центре.

Если куб наклоняется и встаёт на ребро, то лишь одна из его трёх осей остаётся на своём месте. Это ось, пронзающая центр креста. А стойка и перекладина креста формируются из прижатых друг к другу диагоналей граней куба, соответствующих рёбрам лежащих в основе его конструкции тетраэдров.

На кресте мастера Лукиана, так же как и на большинстве православных крестов, есть относительно небольшая наклонная перекладина. Её значение остаётся малопонятным. На эту перекладину опускаются ступни распятого Христа, что намекает на Его нисхождение с небес на бренную землю. В Псалтири (Пс. 17: 10) мы встречаем такие впечатляющие слова: «Наклонил Он небеса и сошёл, – и мрак под ногами Его».

Можно предположить, что нижняя перекладина указывает на произошедший некогда (из-за грехопадения?) наклон эклиптики, что вызвало вихревое движение и преобразило мир. В таком случае верхняя перекладина отмечает уровень седьмого неба. Логика подсказывает, что когда все завертелось-закружилось, начался рост и расширение вселенной. Оттого небо стало приподниматься все выше и выше, пока не была достигнута положенная мера. Поэтому внизу осталась

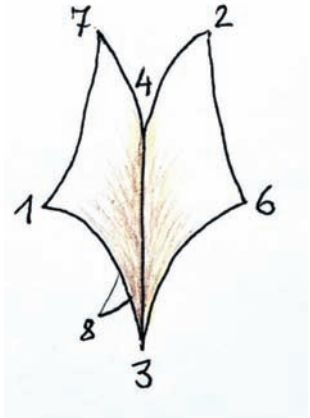


Рис. 7. Расхождение в стороны точек 1-6; 7-2; 3-8; 4-9 и появление продольного и широтного измерений пространства



Рис. 8. Формирование некоторых слов, отражающих вращательное движение

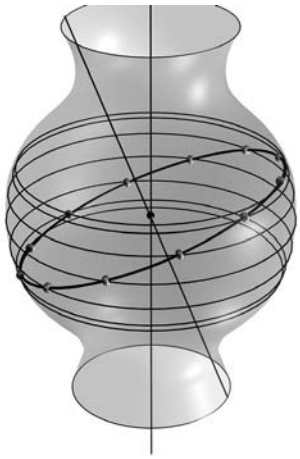


Рис. 9. Семь ярусов неба, образованных вращением двенадцати знаков Зодиака (источник: [7, с. 61])

короткая наклонная перекладина, а вверху утвердилась горизонтальная перекладина большего размера.

* * *

В заключение можно констатировать, что буквы на кресте мастера Лукиана помогли сделать пространственные взаимосвязи между его ключевыми точками содержательными, определяемыми известными словами. Многие наблюдения оказались неожиданными, вызывающими вопросы и домыслы. Разные комбинации букв породили немало слов, которые то подкрепляют друг друга, то противоречат друг другу, заставляя думать о прямом и зеркальном наложении смыслов на одни и те же пространственные зоны и направления. Слова, конечно, пришлось подбирать только самые понятные, укоренённые в русском языке. На самом же деле тема требует обращения и к древнерусскому языку, и к языкам иностранным, но не следует торопиться: и так слов получается великое множество, поскольку в предложенной геометрической модели трёхмерного пространства закодирован весь русский алфавит.

Улавливание потаённых смыслов, заключённых в кажущейся простой форме креста, породило желание перейти от неё к рассмотрению стереометрических трёхмерных построений. В связи с этим возникла тема динамического формообразования. Эту тему представляется нужным разбирать, начиная не с креста, «утверждающего Истину», а с первоэлементов, приходящих в движение под воздействием определённых импульсов и постепенно формирующих всё более сложные и упорядоченные пространственные структуры. Подготовку к такому исследованию можно считать одним из результатов проведённой работы.

Список источников / References

1. *Бондаренко, И.А.* Происхождение языка архитектурно-пространственных форм: обоснование гипотезы / И.А. Бондаренко. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-4-5-14. EDN: TLPBVV // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 4. С. 5–14.

Bondarenko I. A. The Origin of the Language of Architectural-Spatial Forms: Justification of the Hypothesis. In: *Academia. Architecture and Construction*. 2025, no. 4, pp. 5–14. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-4-5-14. EDN: TLPBVV. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. *Рыбаков, Б.А.* Язычество Древней Руси / Б.А. Рыбаков. М. : Наука, 1987. 784 с.

Rybakov B.A. Paganism of Ancient Rus'. Moscow, Nauka Publ., 1987, 784 p. (In Russ.)

3. *Турилов, А.А.* К вопросу датировки и происхождения складня мастера Лукиана / А.А. Турилов // Неисчерпаемость источника. К 70-летию В.А. Кучкина. М., 2005. С. 151–160.

Turilov A.A. On the Issue of Dating and Origin of the Folding Work of Master Lucian. In: *Inexhaustibility of the Source*. To the 70th Anniversary of V.A. Kuchkin. Moscow, 2005, pp. 151–160. (In Russ.)

4. *Николаева, Т.В.* Икона-складень 1412 г. мастера Лукиана / Т.В. Николаева // Советская археология. 1968. № 1. С. 89–102.

Nikolaeva T.V. Folding Icon 1412 by Master Lucian. In: *Sovetskaya arkheologiya*, 1968, no. 1, pp. 89–102. (In Russ.)

5. *Савельева, Н.В.* Апокрифическая статья «О всей твари» и её бытование в составе древнерусских сборников / Н.В. Савельева // Труды отдела древнерусской литературы : Т. 60 / Отв. ред. Н.В. Понырко. СПб. : ДБ, 2009. С. 394–436.

Savelyeva N.V. Apocryphal Article “About All Creation” and Its Existence in Ancient Russian Collections. In: N.V. Ponyrko (resp. ed.): P*roceedings of the Department of Old Russian Literature*, Vol. 60. St. Petersburg, DB Publ., 2009. pp. 394–436. (In Russ.)

6. *Срезневский, И.И.* Материалы для словаря древнерусского языка по письменным памятникам : Т. 1: А-К / И.И. Срезневский. СПб. : Изд. Отделения русского языка и словесности Императорской академии наук, 1890–1912. Т. 1: А-К. – 1893.

Sreznevsky I.I. Materials for a Dictionary of the Old Russian Language Based on Written Monuments, Vol. 1: A–K. St. Petersburg, Publishing House of the Department of Russian Language and Literature of the Imperial Academy of Sciences, 1890–1912, Vol. 1: A–K. – 1893. (In Russ.)

7. *Бондаренко, И.А.* О небесном прообразе круглого города / И.А. Бондаренко // Градостроительное искусство. Новые материалы и исследования : Сборник. Вып. 2. Памяти А.В.Бунина / Отв. ред. И.А. Бондаренко. М. : Едиториал УРСС, 2010. 384 с. С. 54–67.

Bondarenko I.A. On the Celestial Prototype of the Round City. In I.A. Bondarenko (ed.): *Urban Planning Art. New Materials and Research, Collection, Iss. 2. In Memory of A.V. Bunin*. Moscow, Editorial URSS Publ., 2010, 384 p., pp. 54–67. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 11–19.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 11–19.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.03:72.007
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-11-19

Свитский корпус Ливадийского ансамбля: шесть исполнительских чертежей архитектора Н.П. Краснова. 1912 год

Слюнькова Инесса Николаевна (Москва). Доктор архитектуры, член-корреспондент РААСН. НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств; кафедра истории и теории церковного искусства Московской духовной академии РПЦ (МДА). Член Правления Общества изучения русской усадьбы (ОИРУ). Эл. почта: inessa_s@yahoo.com

Аннотация. Задачей статьи является введение в научный оборот исполнительских чертежей здания Свитского дома в Ливадии с авторской подписью архитектора Н.П. Краснова из фондов РГИА. Памятник имеет охранный статус ОКН ФЗ и входит в состав ансамбля «Комплекс сооружений дворца» 1910–1911 годов. Впервые на основе подлинных проектных материалов проводится анализ планировки и композиции, внешнего и внутреннего убранства жилого представительского здания, его роли в формировании парадной части императорской резиденции в Крыму. Привлекаются другие редкие исторические и современные изобразительные материалы: первоначальный эскиз зодчего (1909), фотосъёмка процесса строительства здания (1911), натурные фотографии интерьеров (2020). Результаты могут быть использованы в реставрации ценного объекта наследия.

Ключевые слова: архитектурный проект, планировка, композиция, ритмика фасадов, стилистика итальянского ренессанса, модерн, Свитский дом, Ливадия

Для цитирования. Слюнькова И.Н. Свитский корпус Ливадийского ансамбля: шесть исполнительских чертежей архитектора Н.П. Краснова. 1912 год // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 11–19. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-11-19.

The Retinue Building of the Livadia Ensemble: Six Executive Drawings by Architect N.P. Krasnov, 1912

Inessa N. Slyunkova (Moscow). Doctor of Architecture, Corresponding Member of RAACS. Research Institute of Theory and History of Fine Arts, Russian Academy of Arts; Department of History and Theory of Church Art, Moscow Theological Academy of the Russian Orthodox Church. Member of the Board of the Society for the Study of the Russian Estate. E-mail: inessa_s@yahoo.com

Abstract. The article introduces into scholarly discourse working drawings of the Retinue Building in Livadia, bearing the signature of architect N.P. Krasnov and held in the collection of the Russian State Historical Archive (RGIA). The building has the protected status of a cultural heritage site of federal significance and forms part of the "Palace Building Complex" ensemble of 1910–1911. For the first time, original design materials are used to analyze the layout and composition, exterior and interior decoration of this prestigious residential building, as well as its role in shaping the ceremonial part of the imperial residence in Crimea. The study also draws on other rare historical and contemporary visual materials: the architect's original sketch (1909), photographs documenting the construction process (1911), and on-site photographs of the interiors (2020). The results may be used in the restoration of this significant heritage site.

Keywords: architectural design, layout, composition, facade rhythm, Italian Renaissance style, Art Nouveau, Retinue Building, Livadia

© Слюнькова И.Н., 2026.

For citation: Slyunkova I.N. The Retinue Building of the Livadia Ensemble: Six Working Drawings by Architect N.P. Krasnov, 1912. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 11–19, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-11-19.

Новый Свитский дом (Свитский корпус) (рис. 1) императорской резиденции «Ливадия» в Крыму был построен в дополнение к Новому дворцу Николая II для проживания сопровождавших царскую семью высокопоставленных особ. Произведение является примером редкой творческой свободы архитектора, который, пользуясь доверием заказчиков, реализует полностью свои идеи и исполняет задуманное до деталей. Специальная литература по архитектуре памятника отсутствует, и программные особенности проекта, его художественные достоинства до настоящего времени не становились объектом исследования. Привлечение ранее не публиковавшихся чертежей Н.П. Краснова, других документальных источников позволяет провести анализ характера заказа, содержания проектных решений, стиля сооружения. Методика историко-архитектурного, формально-стилистического исследования объекта наследия расширена за счёт детализации полномочий и обязанностей автора проекта, подробностей контроля заказчиков за ходом работ – от первых эскизов до фотофиксации процесса строительства.

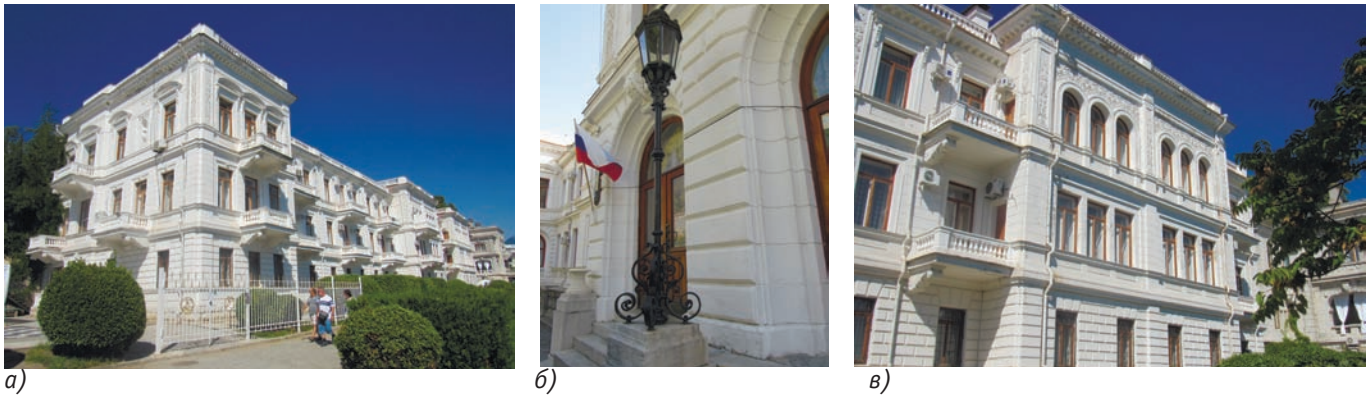
Впервые архитектура Свитского дома рассматривается в контексте программы обновления дворцовых зданий императорской резиденции «Ливадия» во владении Николая II, показано место сооружения на генплане имения. Обращается внимание на отправной документ задания на проект, включавший пункт предоставления исполнительских чертежей заказчикам. Поэтажные планы Свитского дома позволяют выявить функциональную структуру и принципы организации внутреннего пространства. Поперечный разрез здания служит основанием для разговора о качествах комфортности, художественном оформлении интерьеров. Продольные фасады с тщательной прорисовкой декора раскрывают принципы ритмического строя композиции, особенности пластического решения объёма.

Свитский дом размещён на линии бровки склона горы в парадной части императорской резиденции. Достоинством выбора места была открывающаяся от здания великолепная картина на стелющийся вниз по склону императорский парк и следующую за ним панораму моря[1]. Местом строительства назначался участок, занятый на тот момент капитальной застройкой зданий царской кухни. Они были построены при Александре II в период создания резиденции по замыслу его супруги, владелицы имения императрицы Марии Александровны и по проекту И.А. Монигетти (1866). Вслед за ключевым решением о сносе старого Большого императорского дворца и замещения его новым было решено одновременно разобрать прежние корпуса царской кухни, построив на их месте новый Свитский дом. Для размещения новой царской кухни было найдено более скромное и незаметное для обитателей резиденции место в глубине застройки, с тыльной стороны старого Свитского дома, переименованного в Гофмаршальский. Близкое расположение Новой кухни относительно царского дворца позволяло соединить оба здания подземным переходом, как было принято в то время в крупном жилом аристократическом жилище (рис. 2).

Н.П. Краснову, надо думать, стоило труда убедить Николая II в необходимости сноса старых зданий царской кухни. Помимо необходимости увеличить фонд расселения придворных, доводом должно быть было создание эффектного парадного фасада Ливадийской резиденции со стороны моря. Творческая воля мастера объединяла новые монументальные здания в единый комплекс резиденции с иерархией главной доминанты – Нового императорского дворца, и подчинённым стилистически близким ему Свитским домом.

Решение Николая II по радикальной реконструкции парадного ядра имения принималось по мере проведённых семи бесед и консультаций с приглашённым в Ливадию Н.П. Красновым в ноябре-декабре 1909 года. Монарху архитектор приносил и показывал десятки графических набросков, по

[1] РГИА. Ф. 515, оп. 93, д. 270. Л. 2. Около 2012 г. Фрагмент.



а) б) в)

Рис. 1. Свитский корпус в Ливадии. Современное состояние памятника. Фото И.Н. Слюньковой: а) общий вид; б) аркада парадного входа; в) декорация ризалита морского фасада

которым в результате диалога проходило согласование поисков и идей. Сохранилась только часть эскизов, рассматривавшихся в Парадной столовой Большого дворца, в числе которых одобренный Николаем II лист проекта морского фасада Свитского корпуса с пометой «Высочайше утверждён. Барон Фредерикс. 15 декабря 1909. № 14»[2]. Образ дома на рисунке был настолько убедителен, что в дальнейшем он фактически без изменений был воплощён в камне и сохраняется сегодня (рис. 3).

Жёсткие, уверенные, «под линейку», линии, которые выходят за контуры фасада, намечали основные членения объёма и сетку рустовки стен: порядовой с перевязкой и рваного камня – на первом этаже, и горизонтальной – тёсаного камня – на втором. Свободный карандашный рисунок деталей: балюстрады на крыше, карнизов, кронштейнов и ограждений балконов и лоджий, обрамлений окон. На эскизе они показаны весьма условно, росчерком и, если присмотреться, порой при помощи остроумного приёма абстрактной спиралевидной кривой. Цвет стен показан не отмывкой чертежа, а свободными мазками акварели в границах и мимо намеченных чертежом линий, что создаёт эффект живой фактуры поверхности стены. Показана градация серого светлого и тёмного тонов в окраске двух первых и нижнего этажей. Бросается в глаза эффектный приём выделения прямоугольников окон путём растушёвки по контуру чёрным цветом внутри проёма с оставленными в нижнем поле бликами белой бумаги. Такой приём мастер применил только в отношении верхних этажей, в то время как окна цокольного этажа полностью затушёваны черным, подчёркивая тектоничность здания.

Эскиз производит сильное впечатление, в нём передано напряжение сил, преодоление инертности, обычно присущей длинному прямоугольному зданию, соотношением свыше 1: 6 высоты к длине. Набросок нового Свитского корпуса сочетает качества монументальности, красоты и изящества [1. с. 206–215].

Заданием на проект была «Инструкция Строителю нового Дворца и других при нём зданий в Ливадии архитектору Н.П. Краснову и Ливадско-Массандрскому удельному управлению… по производству постройки означенных зданий», составленная Министерством императорского двора. Важнейшие её моменты приводятся в дальнейшем по научной публикации источника (под редакцией А.А. Ефимова).

Министерская инструкция чётко указывала на предмет заказа Н.П. Краснову: «Разломка и снос большого Ливадского дворца, Фрейлинского и кухонного домов при нём и возведение в Ливадии нового Дворца, Свитского дома и кухни с меблировкой этих зданий… окончанию всех этих работ и к оборудованию дворца и других новых при нём зданий внутреннею обстановкою к концу августа 1911 года». Архитектору поручалось «устройство внутреннего электрического освещения в новом дворце, в Свитском новом и старом домах и в новой дворцовой кухне», а также рассчитать «количество электрической энергии… для освещения этих зданий и для работы 3-х подъёмных машин», не позднее 1 февраля 1910 г.» [2, с. 239].

Вмешательство в компетенции архитектора со стороны администрации имения запрещалось. Оборотной стороной весомых полномочий и свободы действий Н.П. Краснова было возложение на него всей полноты ответственности за результаты строительства. Архитектор «выполняет эти работы самостоятельно, под единоличною своею ответственностью, и принимает все зависящие от него меры. Н.П.

[2] РГИА. Ф. 515, оп. 87, д. 1212. Л. 2. 1909 г.

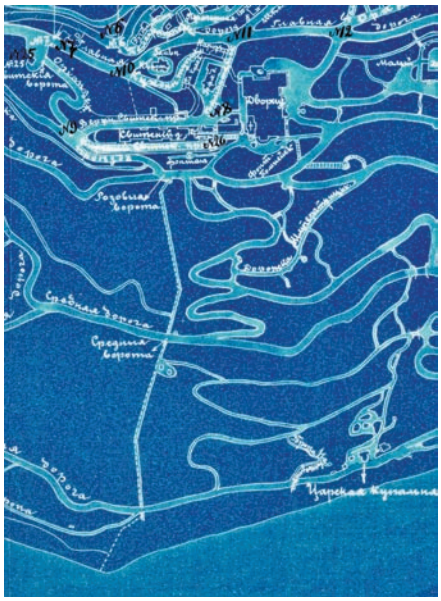


Рис. 2. Генплан Ливадии и Ореанды. Фрагмент. Около 1912 года. Публикуется впервые (источник: РГИА. Ф. 515. Оа. 3. Д. 270. Л. 2)

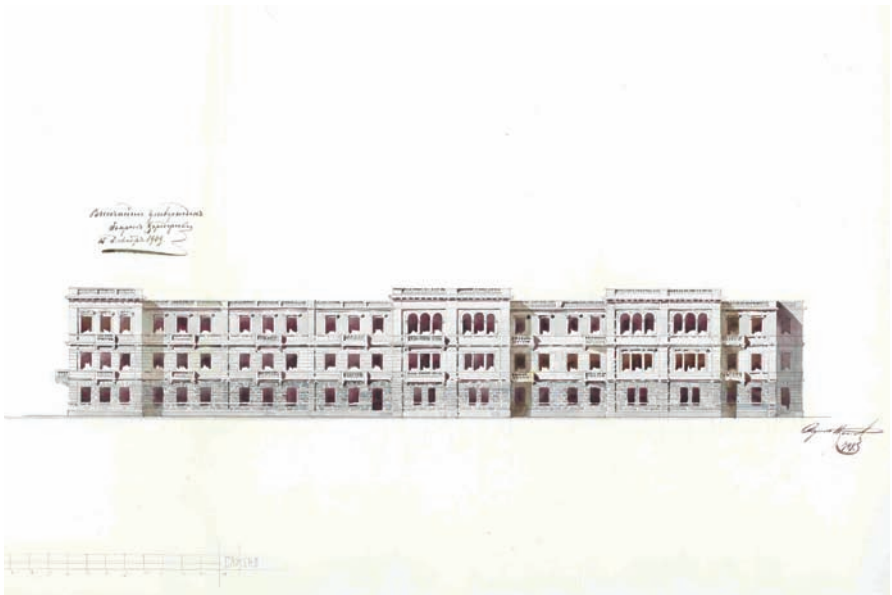


Рис. 3. Н.П. Краснов. Эскиз морского фасада Свитского корпуса. 1909 год (источник: РГИА. Ф. 515. Оа. 87. Д.1212. Л. 2)

Краснов сам выбирает себе своих помощников, чертёжников, конторщиков, десятников и весь остальной низший персонал служащих при работах; закупает и заготовляет по своему усмотрению весь необходимый строительный материал; устанавливает цены на рабочих, материалы и на самые работы и выбирает фирмы, артели и отдельных лиц для сдачи им подрядным способом отдельных работ по выстройке вышеуказанных зданий» [2, с. 240]. Зодчий ведал заключением договоров на подряды, контролем за поставками и кондициями материалов, отвечал за приёмку объёмов и качество исполненных работ. Он сам распоряжался выдачей авансов и оформлением неустоек, проводил расчёты по договорам-подряда.

Н.П. Краснову полагалось вознаграждение, размером 8 % из расчётов «итога расходов на все эти работы по трём зданиям, включая содержание из той же суммы принятых к себе на службу помощников и чертёжников» [2, с. 243]. В положенные 8 % не входила «стоимость всех тех предметов внутренней обстановки и убранства дворца и др. при нём зданий, кои могут быть приобретены и присланы без непосредственного участия архитектора Н.П. Краснова по личным указаниям Их Императорских Величеств» [2, с. 243].

Отдельный пункт инструкции определял условия предоставления архитектором отчётных материалов: «не более как через каждые два месяца подробный перечень исполненных за это время работ, с иллюстрацией их по возможности фотографическими снимками и с указанием израсходованных на работы денег» [2, с. 242]. Н.П. Краснов обязан был представить в Главное управление уделов «в срок не далее 6 месяцев по окончании работ подробную исполнительную смету этих работ, со всеми в них чертежами в 2-х экземплярах» [2, с. 242–243].

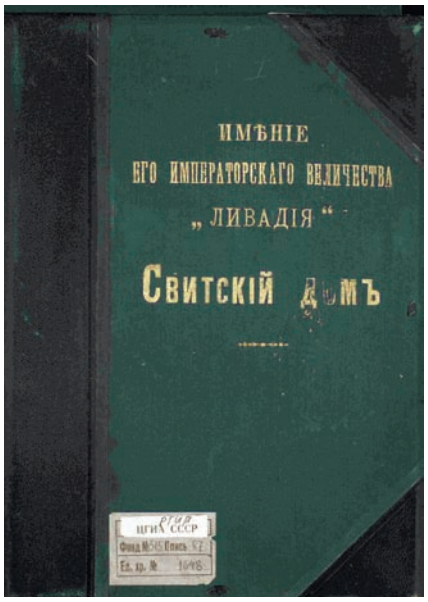


Рис. 4. Переплёт папки чертежей Свитского дома. 1912 год. Публикуется впервые (источник: РГИА. Ф. 51. Оп. 87. Д. 1648. Л.1)

В дальнейшем регулярно поступали новые пожелания заказчиков по дворцу, в ответ на них архитектор готовил перечни дополнительных работ. По Свитскому дому дополнительные пожелания не установлены. Н.П. Краснов возложил руководство его строительством на своего ближайшего помощника и родственника, архитектора Л. Н. Шаповалова. Стоимость работ составила 763587 руб. 49 коп.

Подготовка чистовых чертежей по трём возведённым в немыслимой спешке зданиям потребовала от архитектора и его помощников огромного труда, на что указывают подготовительные ватманы съёмки фасадов Нового дворца, которые хранятся в ГИМ[3]. Среди итоговых чертежей по Ливадии в фонде МИДв РГИА обнаружена и папка «Свитский дом». Её второй экземпляр поступил в имение, он дошёл до нас не полностью и хранится в фондах Ливадийского дворца-музея (рис. 4).

Исполнительские чертежи Свитского дома не попали в поле зрения при постановке памятника на охрану. По крайней мере, в недавней интернет-публикации «ОКН ФЗ "Свитский корпус", конец XIX века (выдержки из историко-культурных исследований)» ссылка на документ отсутствует. Объекту культурного наследия присвоено название «Свитский корпус», что не противоречит надписи на титуле чертежей «Свитский дом», подписанных Н.П. Красновым.

Характеристика архитектуры в обосновании присвоения статуса ОКН предельно лаконична: «… выстроен в стиле Итальянского Ренессанса из керченского камня и оштукатурен под искусственный камень» [3]. Значительно более существенными представляются сведения по мемориальной ценности здания, назначению помещений, именам проживавших исторических особ, поэтажному расселению приближённых к царскому дому лиц. Приведём эти данные позднее, при рассмотрении планировки дома.

Папка чертежей Свитского дома включает поэтажные планы, поперечный разрез и два продольных фасада. Архитектору предстояло считаться с тем, что здание будет поставлено в ряд и на одной линии с Министерским домом, незадолго до этого возведённым по заказу министра Императорского двора барона В.Б. Фредерикса и проекту А.А. Бибера [4, с. 25–33]. Н.П. Краснов использовал и повторил в своём проекте приём заглубления сооружения с напольной стороны в приямок, в условиях крутого склона горы, хотя соседнее здание, строго говоря, не было взято за образец. Архитектору, по контрасту с Министерским домом, удалось добиться передачи лёгкости итальянского классического мотива. Он дистанцировался от тяжеловесной версии неоренессанса проекта А.А. Бибера с гротесковым рисунком лоджий. Тема неоренессанса получила в Свитском доме другую интерпретацию и артикулирована в духе поэтики образа Нового императорского дворца. Доминанта дворца бесспорно лидировала по масштабности сооружения, но Свитский дом всё же был соразмерен ему по высоте и протяжённости фасада.

Планировка дома отталкивается от коридорной системы, разделяющей корпус на жилую часть, лентой расположенную в сторону моря, и служебную часть, в сторону напольной части горы. Коридорный принцип организации внутреннего

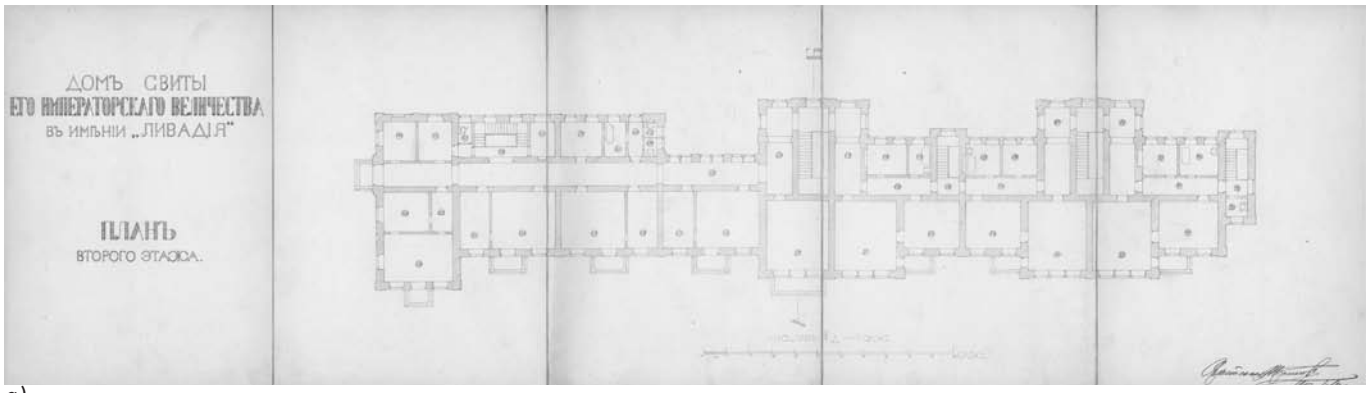
[3] ГИМ. Отдел изобразительных материалов. Ф. 68787.

пространства Н.П. Краснов усложняет перебивкой сквозной оси. Местом сдвижки осей коридора выбрана точка одного из узловых элементов лестничных коммуникаций, расположенная не по центру здания, а в месте разделения плана дома на большее по ширине и наиболее комфортабельное южное крыло и северное крыло с более скромными апартаментами. Такой приём создавал впечатление относительной изоляции левого и правого крыла корпуса, устранялась скучное однородное восприятие пространства внутри дома (рис. 5).

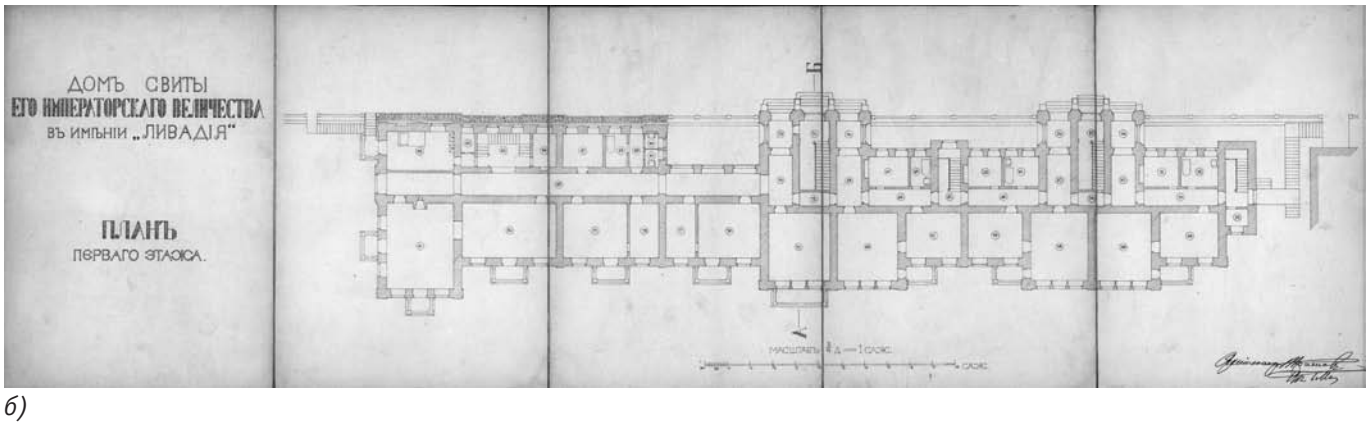
Поэтажные планы позволяют разобраться в довольно сложной функциональной структуре дома, логика которой с первого взгляда неуловима[4]. Цокольный этаж, он же первый со стороны морского фасада, служил несущим основанием дома, включая два блока ленточных фундаментов под массивами ризалитов двух парадных входов на верхнем горизонте земли в сторону подъёма горы. Ризалиты вместе с внутренней лестницей между ними образуют мощные узлы основных коммуникаций дома, они сдвинуты относительно центральной оси и задают асимметрию здания. Расположение меньших служебных лестниц – одной на конце северного крыла здания, а другой посредине южного крыла дома – добавляет асимметрии плану.

Нижний этаж служил для многофункционального использования. Освещённый контур помещений с восточной стороны позволял устроить служебные и общественные пространства, здесь размещались канцелярия министра императорского двора, столовая, читальная, бильярдная, другие комнаты общего

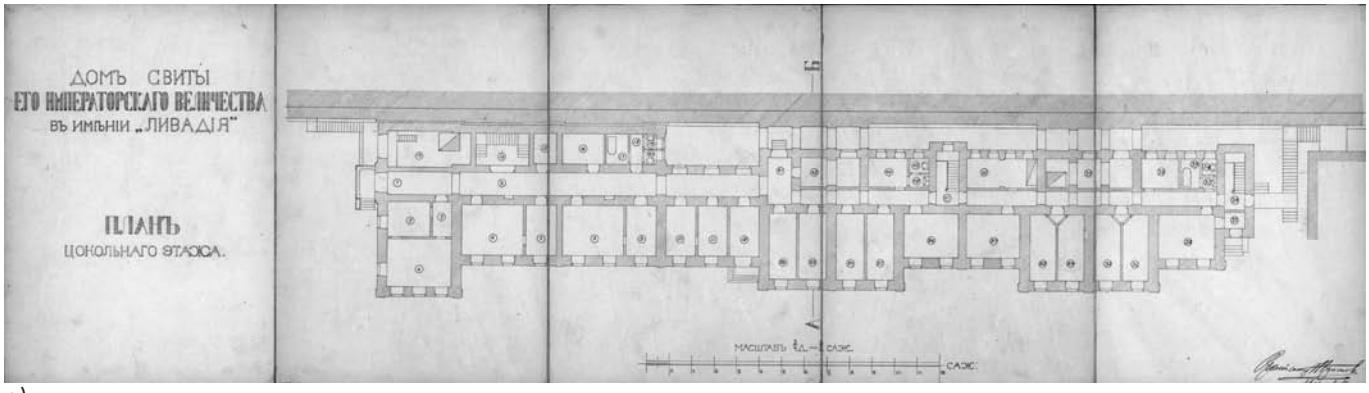
[4] РГИА. Ф. 515, оп. 87, д. 1648. Л. 1, 7, 4.



а)



б)



в)

Рис. 5. Н.П. Краснов. Планы Свитского дома. 1912 год. Публикуется впервые: а) 2-ой этаж (источник: РГИА. Ф. 515. Оп. 87. Д. 1648. Л. 1); б) 1-ый этаж (источник: Там же, Л. 7); в) цокольный этаж (источник: Там же. Л. 4)

назначения. Они могли располагаться в южном крыле, на что указывает нарезка просторных помещений. В центре и северном крыле цокольного этажа с более частой нарезкой комнат могли находиться жилища царской прислуги, помещавшейся в доме.

Тёмные и мало освещённые в приямке комнаты по западному фронту цокольного этажа предназначались для бытового, хозяйственного назначения: «буфет, оснащённый плитой для подогревания еды и кипячения молока», тут блоки санитарного назначения в левом и правом крыльях дома [3]. Часть помещений служила кладовыми, здесь же были технические помещения. Свитский дом был оснащён двумя котельными центрального водяного отопления, водопроводом холодной и горячей воды.

Тот же принцип зонирования на жилой и служебный фронт комнат проводился на вышерасположенных этажах – квартиры-апартаменты расположены вдоль морского фасада, а вдоль западного фасада с видом на гору, – служебные, сантехнические, подсобные помещения. Особое внимание, в духе времени, придавалось эстетике визуального комфорта. Из окон на верхних этажах проживающим открывался редкой красоты пейзаж с эффектной сменой картин при солнечном и лунном свете. Балконы позволяли, сверх того, полюбоваться видом на бухту и Ялту в обрамлении гор, благодаря полотнам А.П. Боголюбова и К.И. Айвазовского ставшим хрестоматийными для Южного берега Крыма пейзажем (рис. 6).

Первый этаж (второй – на морском фасаде) был рассчитан на шесть наиболее комфортабельных квартир для лиц ближайшего круга, высокопоставленных представителей двора. Здесь проживали «фрейлины О.Е. Бюцова и княжна Е.Н. Оболенская, а также генералы царской свиты: командир Собственного Его Императорского Величества Сводного пехотного полка В.А. Комаров, командир Собственного Его Величества Конвоя князь Г.И. Трубецкой и другие важные персоны» [3].

Частично сохранилось внутреннее убранство наиболее просторных апартаментов первого этажа, расположенных на торце южного крыла Свитского дома. Великолепные пропорции двусветного зала, тяжёлый деревянный кессонированный потолок наподобие тех, что встречаются в английском доме модерна. Два огромных трёхчастных окна с балконами посредине, каменный камин у торцевой стены и зеркало, помещённое над ним, множащее вид на сад. Нижняя часть стен зала отделана деревянными панелями, боковую стену прорезает арочный проём с профилированной коробкой из дуба для прохода в смежную комнату. Другие квартиры, к сожалению, потеряли первоначальную отделку после перепланировки корпуса на однокомнатные номера с удобствами в 1970-е годы (рис. 7).

Второй этаж (третий – по морскому фасаду), по сравнению с первым, вмещал на одну квартиру больше. Он – место раз-



а) *б)* *в)*

Рис. 6. Виды из Свитского дома. Фото И.Н. Слюньковой. 2020 год: а) днём; б) ночью; в) на Ялту



а) *б)* *в)*

Рис. 7. Интерьеры апартаментов. Фото И.Н. Слюньковой. 2020 год: а) зал; б) камин; в) смежная комната

мещения «начальника канцелярии министра императорского двора А.А. Мосолова, генерал-майора свиты, флигель-адъютанта А.А. Дрентельна, адмирала, флаг-капитана К.Д. Нилова, дворцового коменданта В.А. Дедюлина, флигель-адъютанта, начальника канцелярии Главной квартиры императорского двора князя В.Н. Орлова и обер-гофмаршала императорского двора графа П.К. Бенкендорфа» [3]. Свитский корпус был обставлен в основном мебелью, изготовленной на петербургской фабрике Ф. Тарасова.

Чертёж поперечного разреза здания подтверждает выверенные пропорции помещений рекреации и квартир, стены которых украшали лепные фризы[5]. Об изяществе и тонкой прорисовке деталей можно судить по сохранившимся первоначальным наличникам арок и дверей коридоров, системе декора и перилам лестницы (рис. 8, 9).

Объёмно-пространственная композиция, рисунок фасадов Свитского дома отвечали мысли артикулировать подчинённую роль здания в обновлённом комплексе Нового дворца. При единстве стилей императорского дворца и служебного жилого корпуса в последнем применялся более мелкий рисунок членений фасадов, градаций скульптурных деталей. Оформление завершения Свитского дома балюстрадами по краю карнизов

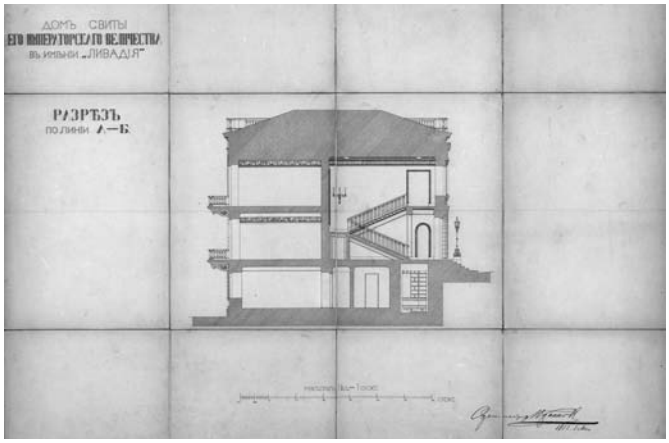


Рис. 8. Н.П. Краснов. Поперечный разрез Свитского дома. 1912 год. Публикуется впервые (источник: РГИА. Ф. 515. Оп.87. Д. 1648. Л. 2)

воспринимается отголоском черты архитектуры Нового императорского дворца[6] (рис. 10).

Композиция морского фасада как будто отвечала сверхзадаче уподобления архитектуры увертюре или интродукции в музыке. Чередование выступающих ризалитов, приподнятых на высоту антаблемента над западающими плоскостями стен представляет сложный ритмический рисунок. Начиная с южного левого конца здания, следует ритм классического в музыке счёта на четыре, с ударной первой долей, поставленной на крайнем ризалите, затем внезапно дважды следует маршевый ритм с удвоенной длительностью ударных долей, и фраза завершается безударной короткой долей, каденцией. Смена ритмики шага мешает фиксировать статику материи, вызывает эмоции переживания многократной смены ракурсов формы дома.

Неспешно начинавшийся ритмический мотив внезапно сбивается на марш, наступает кульминация, и далее – на излёте – архитектурная фраза повисает в пустоте, вызывая ощущение подготовки к главному – ведущей теме крупного сочинения Нового дворца. Асимметрия и смещение центра тяжести на северное крыло задавало вектор движения массы здания в направлении Министерского дома и далее Нового царского дворца.

Морскому фасаду Свитского дома отводилась ведущая роль, во всяком случае с него начинался проект. Воплощённый в реальность первый утверждённый эскиз отличается, разве что цветом: серая окраска стен с градацией тонов в сооружении заменена на монохромный белый цвет каменных стен. Помимо ощущения динамики ритма, глаз отдыхает на математически безупречно скомпонованных симметрических элементах каждой доли сложного ритмического строя рисунка фасада.

Главными акцентами по степени обилия деталей, богатству и изысканности декора выступают парные ризалиты, те самые ударные длинные доли маршеобразной части ритма. На морском фасаде ризалиты воспроизводят палладианскую тему ускоренной ритмики форм по вертикали: рустованный ярус цокольной части прорезан двумя оконными проёмами,

[5] РГИА. Ф. 515, оп. 87, д. 1648. Л. 2.
[6] РГИА. Ф. 515, оп. 87, д. 1648. Л. 5, 3.

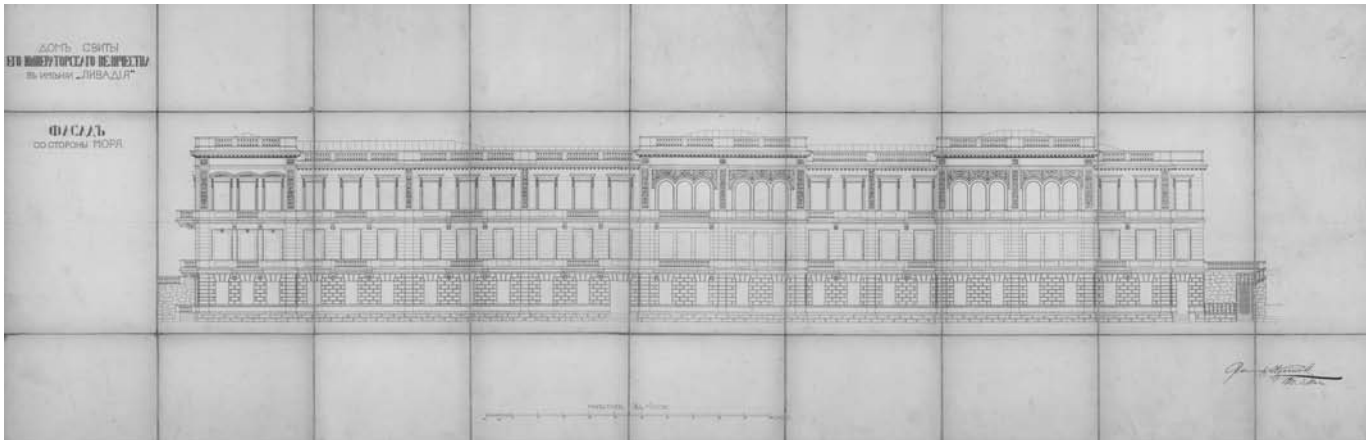


а) *б)* *в)* *г)* *д)*

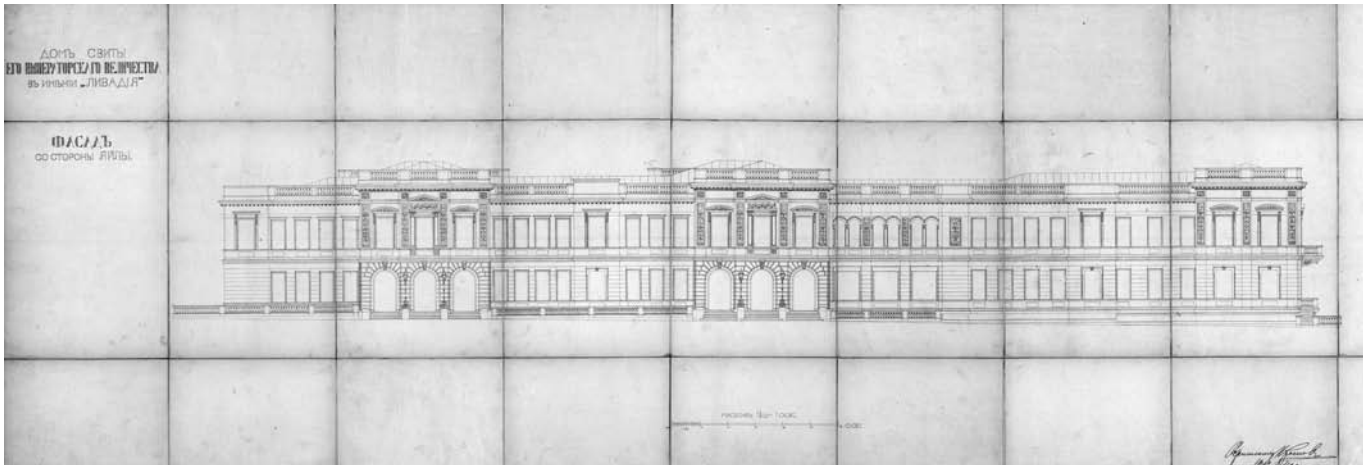
Рис. 9. Интерьеры коммуникаций. Фото И.Н. Слюньковой. 2020 год: а) коридор; б) портал двери; в) арочный проём; г) лестница; д) обрамление настенного бра

второй этаж имеет три широких прямоугольных окна, на третьем дематериализующая стену трёхпролётная аркада.

Лёгкость и воздушность форм морского фасада заметно отличается от строгого монументального стиля оформления парадного фасада входов. Он решён с применением меньшего числа модуляций выступающих и западающих элементов и форм, его характерная черта – отсутствие балконов. Идеальной симметрией форм выделяются мощные ризалиты входов с каменными



а)



б)

Рис. 10. Н.П. Краснов. Фасады Свитского дома. 1912 год. Публикуется впервые: а) морской (источник: РГИА. Ф. 515. Оп. 87. Д. 1648. Л. 5); б) парадный (источник: Там же. Л. 3)



а)



б)

Рис. 11. Строительство Свитского дома. Фото А.А. Семенова. 1911 год. Публикуется впервые (источник: ГИМ): а) морской фасад; б) парадный фасад

маршами лестниц. Трёхчастное деление фронта стены, в нижнем этаже рустованная трёхпролётная аркада с изумительными профилями проёмов, наверху акцент центрального окна с орнаментальным фризом и треугольным фронтоном, в окружении боковых окон без фризов и с лучковыми фронтонами.

Строительство Свитского дома сопровождалось масштабными работами по возведению подпорных стен для укрепления основания сооружения, стоящего на склоне горы. От дома вверх, со стороны входов были устроены мощные ярусы подпорных стен, предохраняющих от оползней горы. Инженерные земляные, бетонные, каменные работы осуществлялись в комплексе с паркостроительным обустройством территорий. Пластичная в плане нижняя монументальная подпорная стена в пандан фасадам дома украшалась балюстрадами. Создавался эффект изящного и мощного подиума для вновь построенного Свитского дома, впечатление органичного включения монументального сооружения в парковый ландшафт парадного ядра резиденции (рис. 11).

Определение стиля Свитского корпуса в русле «итальянского ренессанса» буквально повторяет стилевую характеристику самого Н.П. Краснова в адрес построенного им дворца: «Здание Императорского дворца проектировано в стиле Итальянского ренессанса XV и XVI столетий» [5, с. 200]. Предельно обобщённая формула «итальянский» стиль широко бытовала в европейской культурной среде XIX века, начиная со времени романтизма 1840-х годов. Сегодня этот термин не представляется достаточным, поскольку наши представления об эволюции перехода от историзма к модерну связаны во многом с феноменом многообразия градаций и наслоений художественных стилевых течений эпохи.

Оригинальная версия неоренессанса в творчестве Н.П. Краснова близка эстетике и языку архитектуры второй волны английского дома модерна рубежа XIX–XX веков, обращённой к реминисценциям ренессанса. Свидетельством тому верховенство качества комфортности Свитского дома над проектной ясностью и рационализмом, внимание к динамике и сложной ритмике целого в сочетании с фрагментацией и цитацией абсолюта гармонии ренессансных форм. Теория английского дома была популярной благодаря изданию трёхтомной книги немецкого архитектора Г. Мутезиуса, и экземпляр её стоял на полке библиотеки Н.П. Краснова [6].

В советское время Свитский дом стал одним из корпусов санатория, и доступ к осмотру его интерьеров был малодоступен. В 2023 году здание закрыто на проведение ремонтных работ (см. рис. 1 б, в).

Принятые сокращения

РГИА – Российский государственный исторический архив
ГИМ – Государственный исторический музей
МИДв – Министерство Императорского Двора

Список источников

1. *Слюнькова И.Н.* Атрибуция неизвестных акварелей Ливадии архитектора Н.П. Краснова / И.Н. Слюнькова. DOI: 10.37953/2079-0341-2024-2-1-205-222 // Academia. 2024. № 2. С. 205–222. URL: https://clck.ru/3VAv8X (дата обращения 15.05.2026)

Slyunkova I.N. Attribution of unknown watercolors of Livadia by architect N. Krasnov. In: *Academia*, 2024, no. 2, pp. 205–222. DOI: 10.37953/2079-0341-2024-2-1-205-222. URL: https://clck.ru/3VAv8X (Accessed 05/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)

2. Императорские резиденции «Ливадия» и «Массандра»: экономика создания и развития. Исследование и документы // Сост. А.А. Ефимов. СПб. : Историческая иллюстрация, 2024. 374 с.

Efimov A.A. (comp.). Imperial Residences “Livadia” and “Massandra”: Economics of Creation and Development. Research and Documents. St. Petersburg, Istoricheskaya illyustratsiya Publ., 2024, 374 p. (In Russ.)

3. ОКН ФЗ «Свитский корпус», конец XIX века (выдержки из историко-культурных исследований) // НИИКН РФ. URL: https://clck.ru/3VAuo5 (дата обращения 15.05.2026)

OKN Federal Law "Svitsky Corps", the End of the 19th Century (excerpts from historical and cultural studies). NIIKN RF. URL: https://clck.ru/3VAuo5 (Accessed 05/15/2026). (In Russ.)

4. *Слюнькова, И.Н.* Дом Фредерикса в застройке ансамбля императорской резиденции Ливадия / И.Н. Слюнькова. DOI: 10.22337/2077-9038-2024-1-25-33 // Academia. Архитектуры и строительство. 2024. № 1. С. 25–33.

Slyunkova I.N. Frederiks House in the Development of the Imperial Livadia Ensemble. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2024, no. 1, pp. 25–33. DOI: 10.22337/2077-9038-2024-1-25-33 (In Russ., abstr.in Engl.)

5. *Калинин, Н.И.* Архитектор Высочайшего Двора / Н.И. Калинин, А. Кадиевич, М.А. Земляниченко. Симферополь : Бизнес-Информ, 2003. 198 с.

Kalinin N.I., Kadievich A., Zemlyanichenko M.A. Architect of the Supreme Court. Simferopol, Business-Inform, 2003. (In Russ.)

6. Das Englische Haus: Entwicklung, Bedingungen Anlage, Aufbau, Einrichtung und Innenrau. Von Germann Muthesius. In 3 Bänden. Verlegt bei Ernst Wasmuth, G.M.B.H, Berlin W. Markgrafen-Strasse 35. 1904. (In Germ.)

Мутезиус, Г. Английский дом: планировка, состояние, структура, обстановка и интерьер : В 3-х томах / Герман Мутезиус. Берлин : Эрнст Васмут, GMBH, 1904.

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 20–26.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 20–26.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.007
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-20-26

Учебные проекты Н.А. Троцкого 1919–1920 годов как документ авторской манеры. К описанию раннего этапа творчества архитектора

Печёнкин Илья Евгеньевич (Москва). Кандидат искусствоведения, доцент. Кафедра истории русского искусства Российского государственного гуманитарного университета. Эл. почта: pechyonkin.ie@rggu.ru

Аннотация. Статья посвящена наиболее раннему этапу творческой активности Ноя Абрамовича Троцкого (1895–1940), одного из самых значимых ленинградских архитекторов межвоенных десятилетий. Гипотеза состоит в том, что учебные проекты, созданные Н.А. Троцким в Пегосхуме (бывшем ВХУ ИАХ), являются неотъемлемой частью его архитектурного наследия, поскольку демонстрируют почерк уже сложившегося мастера. Несмотря на последующий период исканий во второй половине 1920-х годов, связанный с попыткой освоения языка современной западной архитектуры, Н.А. Троцкий сохранит верность кредо, сформированному на старших курсах обучения. Его слагаемые – это не только ориентация на наследие классической архитектуры, но и заострение образа через романтическую гиперболизацию пропорций и преувеличенную монументальность форм.

Ключевые слова: Н.А. Троцкий, Л.Н. Бенуа, И.А. Фомин, 1910-е годы, неоклассика, академизм, архитектурное образование, романтические тенденции, революционное искусство, биографика

Для цитирования. Печёнкин И.Е. Учебные проекты Н.А. Троцкого 1919–1920 годов как документ авторской манеры. К описанию раннего этапа творчества архитектора // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 20–26. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-20-26.

Noah Trotsky's 1918–1919 Academic Projects as a Document of His Authorial Style: to Description of the Early Stages of the Architect's Creative Biography

Pechenkin Ilia E. (Moscow). Candidate of Sciences in Architecture, Docent. The Department of Russian Art History of The Russian State University for the Humanities. E-mail: pechyonkin.ie@rggu.ru

Abstract. The article is dedicated to the earliest stage of the creative work of Noah Abramovich Trotsky (1895–1940), one of the most significant Leningrad architects of the Interbellum. The hypothesis is that the student projects created by N.A. Trotsky at Pegoskhum (formerly the Higher Art School of the Imperial Academy of Arts) are a legal piece of his architectural legacy, because the signature style is already shown in them. Despite a period of experiences within modernistic style during the second half of the 1920s, N.A. Trotsky remained faithful to the credo formed by him in the latest stage of education. The point is not only in following classical architecture but also in refining its image through a romantic exaggeration of proportions and a special forced monumentality.

Keywords: N.A. Trotsky, L.N. Benois, I.A. Fomin, 1910s, neoclassic, academicism, romantic tendencies, revolutionary art, biographical studies

For citation. Pechenkin I.E. Noah Trotsky's 1918-1919 Academic Projects as a Document of His Authorial Style: to Description of the Early Stages of the Architect's Creative Biography. In: *Academia. Architecture and Construction,* 2026, no. 3, pp. 20–26, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-20-26.

© Печёнкин И.Е., 2026.

События 1917 года разорвали социально-политическую историю России на «до» и «после». Декреты большевиков радикально меняли экономическую обстановку. В 1918 году была запущена реформа образования, в ходе которой прекратили своё существование дореволюционные учебные заведения, где велась подготовка архитекторов. Однако судьбы самой архитектуры в стране лишь отчасти зависели от этих событий. Смена художественных вех не случается в одночасье; путь от «буржуазной» архитектуры к «пролетарской» (даже в декларативном отношении) занял время, которое стоит рассматривать не столько как переход от одного состояния к другому, сколько как подведение итогов в преддверии скачка в новое. Это пятилетие (1918–1923), соотносимое исследователями архитектуры с понятием «революционного романтизма», характеризовалось почти полным упадком реального строительства[1]. Творческая активность зодчих практически целиком сводилась к производству «бумажных» проектов, в которых новые, революционные идеи должны были одухотворить привычную для 1910-х годов классическую форму.

Ной Абрамович Троцкий (1895–1940; рис. 1) принадлежал к поколению архитекторов, для которого начало карьеры совпало с этим временем. В 1920 году он почти одновременно с успехом окончил учёбу в Пегосхуме (бывшем ВХУ ИАХ, куда поступил ещё в 1913-ом) и 2-ом Петроградском политехническом институте, который давал вузовский диплом инженера-архитектора[2]. Нас же интересует отрезок творческой биографии мастера, предшествовавший этим событиям и в литературе о Н.А. Троцком упоминаемый вскользь. Так, первый биограф и исследователь наследия архитектора Т.Э. Суздалева лишь в общих чертах описывает его академические годы, отметив сильное влияние на него со стороны И.А. Фомина (в мастерской которого занимался Троцкий) и то, что годы эти «совпали с периодом кризиса русской архитектуры» [3, с. 13, 14]. Эти слова из диссертации, написанной в 1970-е годы, сегодня не кажутся справедливыми. В компактной книге 1991 года, основанной на этом труде, былая категоричность ушла, но точкой отсчёта самостоятельного творчества Троцкого для Суздалевой по-прежнему был датируемый 1919 годом конкурсный проект крематория в Петрограде, созданный Троцким в двух вариантах совместно с однокашником Л.М. Тверским [3, с. 36–38; 4, с. 25–27].



Рис. 1. Ной Абрамович Троцкий. Фото начала 1920-х (источник: архив наследников архитектора

Конкурс, победителем которого по вердикту жюри выступил И.А. Фомин, не имел практических результатов [5]. Однако стоит задаться вопросом, насколько Троцкий и Тверской были самостоятельны в своих учебных работах в бывшей Академии? В том же 1919 году Троцкий выполнил преддипломный проект «Народных трибун»; через год – упомянутые дипломные проекты, параллельно работая для конкурсов, организованных Архитектурной мастерской Совета по урегулированию плана Петрограда и его окраин [3, с. 38–40]. Очевидно, творческая самостоятельность Троцкого на этом этапе уже не определялась формальными обстоятельствами выполнения проектов. Степень его пассионарности проявилась в акте перехода из одной мастерской профессора-руководителя в другую накануне диплома, о чём будет сказано ниже. Трудно представить, что проектные решения Троцкого были продиктованы волей педагога, расходившейся с его собственным творческим устремлением.

Рискнём предположить, что в качестве первых творческих опытов Н.А. Троцкого в один ряд с проектом крематория должны быть поставлены несколько учебных работ, выполненных около того же времени, то есть в 1919–1920 годах. Помимо преддипломного проекта «Народных трибун» и дипломного «Дома цехов» в Пегосхуме, на наш взгляд, этого заслуживает учебный проект Музея Старого Петербурга. Массив графики, связанной с работой над этим заданием, сохранившийся в ряде собраний, позволяет если не реконструировать ход мысли Троцкого, то увидеть диапазон его творческих поисков.

Напомним, что Музей Старого Петербурга реально существовал в дореволюционный период, будучи делом общественной инициативы. Его история восходит к Комиссии по изучению и описанию Старого Петербурга, созданной в марте 1907 года при Обществе архитекторов-художников (ОАХ). Должность секретаря комиссии занял И.А. Фомин [6, с. 78–79], с которым разумно связать и появление такой темы в учебной программе архитектурного отделения Пегосхума, где он возглавил одну из мастерских. Правда, к этому времени Музей Старого Петербурга, прежде занимавший несколько комнат в доме архитектора П.Ю. Сюзора, влился (на правах отдела) в структуру Музея города, который находился в ведении петроградских властей, был посвящён не локальной истории, а феномену города вообще и располагался в Аничковом дворце [7, с. 8, 9, 11].

Таким образом, проект специального здания для Музея Старого Петербурга в 1919 году был анахронизмом или попыткой мыслить в сослагательном наклонении. Но это и делало его почти идеальной задачей для учебного проектирования, в котором допускался и даже приветствовался визионерский подход, сочетавшийся здесь с преемственностью мирискуснической традиции пассеизма. Кроме интересующей нас работы Н.А. Троцкого, проекты на эту тему в 1919 году были

[1] Подробнее об этом явлении и связанной с ним терминологии см.: [1].

[2] До 1921 года Пегосхум не имели формального статуса вуза, хотя продолжали именоваться «Академией художеств» во внутренних документах. См.: [2, с. 6].

выполнены его соучениками А.И. Гегелло и И.К. Даниловым. Они сохранились в собрании ГНИМА, как и ещё один проект Музея Старого Петербурга, анонимный и датированный 1921 годом[3].

Корпус проектных материалов Н.А. Троцкого по теме Музея Старого Петербурга включает в себя листы из двух государственных музеев и одного частного собрания. При этом бесспорно связанным с этим учебным заданием является лист из ГМИ СПб, подписанный Троцким и соответствующим образом озаглавленный, на котором показаны фасад здания, а также его вариант и план в меньшем масштабе (рис. 2)[4]. Фасады трактованы лаконично, с явной оглядкой на характерную для тех лет манеру И.А. Фомина. Композиция плана решена в виде октагона с угловыми башнями и круглым залом (?) посередине; наиболее вероятным её источником следует считать замок Кастель-дель-Монте (Castel del Monte) в Апулии, возведённый в XIII веке.

На наш взгляд, несомненным родством с этим эскизом обладает группа листов из того же ГМИ СПб и НИМ РАХ, осторожно атрибуированных музейщиками как «Проект общественного здания» и «Эскиз к проекту неизвестного здания с куполом» (рис. 3)[5]. Отличия изображённой на них постройки от описанного выше достоверного проекта Музея заключаются в шести-, а не восьмиугольной конфигурации плана, стилевом решении фасадов с хорошо читаемой ориентацией на Михайловский (Инженерный) замок и смещении акцента в силуэте с оформления входной части на монументальный купол, перекрывающий центральное пространство и увенчанный характерным «петербургским» шпилем.

На одном из эскизов купольного варианта показана перспектива интерьера центрального зала с парадной лестницей и двухъярусными арочными галереями. Это соответствует плану как шести-, так и восьмиугольного варианта. По нашему мнению, ещё один лист из ГМИ СПб – с изображением центрического зала как раз внутри опоясывающей аркады, снабжённый подписью Троцкого и словами «Главный зал музея»[6] – с большой вероятностью также относится к корпусу эскизов для Музея Старого Петербурга. Ещё составители каталога выставки 2005 года отметили, что его ассоциирование с конкурсным проектом московского Дворца Труда 1923 года не выдерживает критики [8, с. 28]. А вот в контексте выявленных вариантов проекта Музея Старого Петербурга вопрос о переатрибуции этого эскиза получает смысл.

Наконец, к той же группе эскизов скорее всего нужно отнести и два листа из собрания архитектора Е.Л. Герасимова, на которых показаны ещё два варианта трёхэтажного шести- или восьмиугольного здания, напоминающего о замковой архитектуре. На одном из листов оно дано крупно и подцвечено охрой; угловые башни почти смикшированы, вместо купола со шпилем композицию увенчивает ещё один, меньший гранёный объём, аттик которого увенчан скульптурой, а фасады акцентированы ложными арками в духе ампира (рис. 4). Другой лист содержит набросок варианта, перекликающегося с достоверным проектом из ГМИ СПб: акцент сделан на оформлении входа, который маркирован ярусной башней. Представляется, что сепийный «Эскиз двора» из НИМ РАХ (рис. 5)[7], напоминающий архитектуру Дж. Романо в мантуанском Палаццо дель Те, представляет перспективу внутреннего

[3] Соответственно: ГНИМА Pla-7637/1-2, Pla-8279, Pla-15266.

[4] ГМИ СПб. Инв. № I-Б-7805-ч.

[5] ГМИ СПб. Инв. № I-Б-6958-ч, I-Б-6959-ч, I-Б-6960-ч, I-Б-6963-ч; НИМ РАХ. А-26823.

[6] ГМИ СПб Инв. №-I-Б-6965 ч.

[7] НИМ РАХ. А-26795.



Рис. 2. Троцкий Н.А. Проект Музея Старого Петербурга. Фасады. План. Эскиз (источник: ГМИ СПб. I-Б-7805-ч)



Рис. 3. Троцкий Н.А. Эскиз к проекту неизвестного здания с куполом (к проекту Музея Старого Петербурга (?). XX век. 1919 год (?). (источник: НИМ РАХ. А-26823)

пространства одного из «безкупольных» вариантов проекта Музея Старого Петербурга.

Теперь обратимся к преддипломной работе Н.А. Троцкого, которая также выглядит данью академической неоклассике, хотя функциональная сторона проекта «Народных трибун» манифестировала бурные социальные перемены. «В обстановке народного подъёма, – писала Т.Э. Суздалева, – митинги были важными формами общественной жизни и требовали больших пространств для их проведения» [4, с. 15]. Пожалуй, здесь стоило бы добавить, что архитекторы не столько шли на поводу у требований общественной жизни, сколько пытались их угадать.

Как уже говорилось, с момента образования Пегосхума Троцкий состоял в мастерской И.А. Фомина, однако преддиплом и диплом он выполнит под руководством другого профессора – Л.Н. Бенуа. Важность роли, сыгранной Леонтием Николаевичем в жизни Троцкого, сложно переоценить: именно он поддержал юношу в 1913 году, когда тот, несмотря на успешно сданные вступительные экзамены, не был принят в ВХУ ИАХ из-за дискриминационной квоты для иудеев. Ной Абрамович тогда подал прошение на имя августейшего Президента Академии, великой княгини Марии Павловны; к прошению была приложена записка Л.Н. Бенуа. Точно найденные слова оказались убедительными, ходатайство было удовлетворено, и Троцкого в порядке исключения зачислили на архитектурное отделение[8].

После закрытия Академии в 1918 году и учреждения на её руинах нового учебного заведения Л.Н. Бенуа оказался в нём единственным из старого состава профессоров – руководителей мастерских[9]. Колоссальный педагогический опыт и личные качества, несомненно, были его преимуществом. И всё же интересен вопрос, почему на финальной стадии своего обучения Н.А. Троцкий, уходит от Фомина, которому был многим обязан в творческом плане, и меняет руководителя. Возможно, ответ лежит на поверхности и заключается в сознательном стремлении Троцкого дистанцироваться от мощного влияния Ивана Александровича, дабы в заключительных академических проектах не выступить безоглядным эпигоном будущего мастера «пролетарской классики».

В.Г. Лисовский подчёркивает, что Л.Н. Бенуа как педагог имел обыкновение не только сочинять задачи для учебного проектирования, но и лично разрабатывать их, как бы «устанавливая планку» вкуса и качества их решения [9, с. 363–369]. В рамках академической системы обучения такой подход со стороны педагога был правомерен. В НИМ РАХ сохранился датированный 1918 годом лист, соответствующий программе «Трибуна для народных собраний» и представляющий добросовестно выполненную профессором отмывку части фасада и разреза с тщательно изображёнными подробностями отделки и фигурками стаффажа[10]. Очевидно, преддипломный проект выполнялся Н.А. Троцким именно по этой программе, то есть фактически его переход к Бенуа имел место задолго до формального выбора мастерской для работы над дипломом, осуществлённого в сентябре 1919 года.

О подготовленном Троцким проекте можно судить по пяти листам, хранящимся в НИМ РАХ и представляющим четыре варианта решения фасадов (два из них в двух проекциях, третий и четвёртый – только в одной), а также эскиз перспективы[11]. Не имея в своём распоряжении даже наброска плана трибун, затруднительно судить об их объёмно-пространственной композиции. Ортогональные чертежи фасадов позволяют допустить, что сооружение предполагалось овальным по об-

[8] ЦГА СПб. Ф. Р-4398. Оп. 14. Д. 766. Л. 6, 8 об.

[9] А.Н. Померанцев скончался в октябре 1918 года, а М.Т. Преображенский по своим эстетическим и жизненным взглядам слишком не совпадал с новым режимом.

[10] НИМ РАХ. А-8112.

[11] НИМ РАХ. А-25555–25558, А-26253.



Рис. 4. Троцкий Н.А. Эскиз неизвестного здания (к проекту Музея Старого Петербурга?). 1919 год (?). Из собрания Е.Л. Герасимова



Рис. 5. Троцкий Н.А. Эскиз двора (к проекту Музея Старого Петербурга?). До 1940: 1919 год (?) (источник: НИМ РАХ. А-26795)

разцу античного амфитеатра с устроенной в одной из сторон крытой сценой. Вариантам её решения, а также оформлению главного входа (?) посвящены эскизы, хранящиеся в ГМИ СПб с атрибуцией «Проект народных трибун в Екатерингофском парке»[12]. Отметим, что в публикациях Т.Э. Суздалевой географическая привязка иная. Она указывает на Петергофский парк [3, с. 16; 4, с. 15], хотя основания для этого неочевидны: никакой информации об этом на самих листах нет[13]. Более того, учебное задание вообще едва ли предполагало решение конкретного участка[14].

Возвратимся к архитектурному содержанию преддипломного проекта. По римскому обычаю, зрительские места должны были покоиться на субструкциях с галереей под ними, что определило решение фасада в виде сквозной аркады, которая от варианта к варианту имела у Троцкого различный шаг опор. К сожалению, выявленная графика не позволяет увидеть и оценить решения внутреннего пространства сооружения и оформления сцены. Поскольку варианты фасада подписаны, в них можно увидеть процесс становления авторского почерка Троцкого, каким он сложился к окончанию его учёбы. Первый вариант фасада трибун был изящно-палладианским и предполагал обработку рустованной аркадой с колоннами ионического ордера в простенках, раскрепованным антаблементом и множеством венчающих статуй. Во втором варианте Ренессанс уступает античному Риму, образ утяжеляется за счёт массивного аттика и упразднения большей части колонн, обнажившего инертную массу стены. Третья и четвёртая версии во многом сходны – шаг аркады становится вдвое шире, форма арок получает полуциркульную форму. Различия заключаются в обработке простенков: это ниша, оформленная портиком-эдикулой (третий вариант) или сдвоенные римско-дорические колонны (четвёртый).

Во всех четырёх вариантах обращает на себя внимание явная любовь автора к детали. Но это не изысканная, виртуозно нарисованная деталь, как у Л.Н. Бенуа, а укрупнённая, нарочито материальная. Эта тенденция к гипертрофии архаизирующих черт классики была заметна ещё в архитектуре предреволюционного десятилетия, как будто предвосхищая республиканский пафос грядущих социально-политических трансформаций [11]. Сельская брутальность (лат. rusticitas) трактовалась как синоним народной простоты и легко переносилась с крестьян на пролетариев, становясь добродетелью гегемона революции. Для самого же Н.А. Троцкого опыт проектирования «Народных трибун» стал важной ступенью профессионального роста.

Следующей из них явился проект по выпускной программе «Дом цехов», утверждённой учёным советом Пегосхума. Заявление, в котором Троцкий просил Л.Н. Бенуа «на основании представленных эскизов» выделить ему «конкурсную мастерскую для дальнейшей разработки проекта», датировано 5 июня 1920 года. Осенью того же года работа была завершена[15]. Как писала Т.Э. Суздалева, «назначение Дома цехов, жизнь, которая должна была в нём происходить, представлялась в то время очень смутно, поэтому планы проектировались на основании этих произвольных представлений, а в решении фасадов видно стремление добиться торжественной приподнятости и мощи» [4, с. 22][16]. В отличие от «Народных трибун», «Дом цехов» отсутствует среди методических разработок Л.Н. Бенуа, а в анналах Академии художеств диплом Н.А. Троцкого является единственным, выполненным на такую тему. Подчеркнём отвлечённость задачи, заметную в сравнении с куда более «жизненными» заданиями авторства Л.Н. Бенуа, такими как «здание народного трибунала», «здание районного совдепа», «здание Совета народных комиссаров» [9, с. 363]. Это наводит на мысль, что тема «Дома цехов» могла быть предложена самим дипломником, для которого её «литературная» или практическая составляющая теряла значение рядом с возможностью создать сильный архитектурный образ, наделённый трагическим титанизмом.

Композиция «Дома цехов» решена Троцким в традициях академической неоклассики, признаком которой служит не только масштаб, но и неукоснительное следование симметрии в решении плана, сформированного по дворцовой схеме: главный корпус в центре с двумя крыльями-каре и курдонёром. Дополнительную торжественность зданию придаёт наличие невысокого стилобата, уровень которого ещё несколько повышается перед входом в главный корпус.

Сохранившиеся поисковые эскизы позволяют в какой-то степени реконструировать ход творческой мысли Троцкого. Первоначально он намеревался вписать план в прямоугольник с соотношением сторон 1:1,5. За габариты последнего на эскизе, датированном 31 мая 1920 года, выступают лишь полуциркульная часть стилобата со ступенями, ведущими в курдонёр, и – с противоположной стороны – сценическая коробка большого зала, зрительская часть которой сделана круглой (по принципу античного театрона). Каждое из крыльев здания скомпоновано как анфилада из двух дворов, оканчивающаяся полуциркульной малой аудиторией.

В эскизе, законченном месяц спустя, Троцкий контрастно противопоставляет главной оси плана другую, перпендикулярную ей, за счёт устройства боковых полуциркульных галерей. При этом главный корпус решён как монументальная ротонда с четырьмя мощными ризалитами, утверждённая на равном крыльям по высоте стилобате.

В итоговой версии, представленной на плане, разрезе, аксонометрии и угловой перспективе в дипломном проекте Дома цехов, конфликт пространственных осей уже не читается: поперечная безоговорочно подчинена главному

[12] ГМИ СПб. Инв. № I-Б-3644-ра, I-Б-3645-ра, I-Б-3656-ра, I-Б-3657-ра.

[13] Добавим, что В.Э. Хазанова, упоминая этот проект Н.А. Троцкого в своей книге, не ассоциировала его ни с каким парком [10, с. 186].

[14] Само понятие «Петергофского парка» проблематично, поскольку в Петергофе находится несколько парковых ансамблей. С этой точки зрения указание на Екатерингоф кажется более логичным, тем более что он лежит вблизи крупных промышленных предприятий и более удобен как место для досуга рабочих масс.

[15] ЦГА СПб. Ф. Р-4398. Оп. 14. Д. 766. Л. 49-50.

[16] Т.Э. Суздалева ошибочно датировала проект Дома цехов 1921 годом.

движению, направленному вглубь кудонёра и далее по оси основного корпуса, получившего сходство с римской базиликой, широкая апсида которой отвечает полуциркулю входа на стилобат. Такая же субординация возникла и между кубами и полуцилиндрами. Первые играют главенствующую роль, вторые «аккомпанируют» им в виде больших и малых апсид. Боковые крылья-каре получили очертания плана, подобные плану главного корпуса: их тыльная сторона акцентирована полуциркульными в плане павильонами с конховыми перекрытиями, которые напоминают овеществлённый разрез купольной ротонды, например, римского Пантеона. Принцип подобия элементов композиции сообщил ей большую цельность и ясность. Фигура плана в финальном варианте «Дома цехов» отчётливо напоминает приёмы И.А. Фомина: например, в конкурсном проекте Дворца рабочих для Петрограда (1919).

Стоит сказать, что на завершающей стадии Троцкий существенно изменил функциональное наполнение главного объёма: зал с амфитеатром зрительских мест из него исчез, уступив место двум вытянутым пространствам на первом и втором этажах, характер возможного использования которых не очень понятен (на аксонометрическом разрезе видна сцена в зале второго этажа, но ни в этом помещении, ни в нижележащем не показано мест для сидения). Таким образом, художественная выразительность подчинила себе и поглотила здесь всякую утилитарность. Думается, что это косвенно подтверждает выдвинутое нами предположение о том, что Троцкий разрабатывал свой дипломный проект по сочинённой им же программе; в ином случае трудно объяснить столь радикальные коррективы проектного задания.

В стилистическом отношении этот проект полностью отвечает тенденции «революционного романтизма», одним из корифеев которого стал молодой Н.А. Троцкий. Нельзя не согласиться с Т.Э. Суздалевой в том, что мотив аркады с широко раскрытыми пологими арками, которая отделяет в «Доме цехов» курдонёр от боковых двориков, напоминает о выпускном проекте курзала И.А. Фомина [4, с. 22], где он использован в основании дугообразных крыльев. Но у Троцкого этот мотив имеет явную связь с архитектурой античных мостов, так что источником здесь логичнее считать ведуты Дж. Пиранези: например, перспективный вид Понте Молле (Мульвиева моста) близ Рима.

* * *

Подводя итог, подчеркнём, что описанные и проанализированные в статье три учебные проекта Н.А. Троцкого показывают, что всего за два года (1919–1920) молодым архитектором была проделана значительная работа, направленная на выяснение и оттачивание нового архитектурного языка, который, несмотря на явное родство с академической неоклассикой, демонстрирует ряд серьёзных отличий. В первую очередь, нужно сказать о преодолении специфического пассеизма, который характеризовал учебные проекты ВХУ ИАХ в 1910-е годы и присутствует у Троцкого в проекте Музея Старого Петербурга. Но в данном случае отсылка к архитектурным памятникам города на Неве объясняется не столько локальным патриотизмом школы, сколько прямым назначением проектируемого здания. «Народные трибуны» и «Дом цехов», обладая гораздо хуже считываемой прагматикой, и на формально-стилевом уровне сильно абстрагированы от Петрограда. Это в обоих случаях были попытки выразить момент коренного социального переворота, подлинные причины, смыслы и результат которого современниками мог лишь угадываться. По сути, единственной адекватной формой визуализации этого скорее ощущения, чем понимания, в архитектуре служил монумент. Несмотря на присутствие в проектах «Народных трибун» и «Дома цехов» полезного пространства и намёка на утилитарность, они выдержаны именно в жанре памятника эпохи. И эта монументально-репрезентативная сторона архитектуры останется для Н.А. Троцкого наиболее важной и близкой в дальнейшем – не только в многочисленных памятниках, спроектированных им в зрелый период творчества, но и в самых значимых постройках – ленинградских Дворце культуры им. С.М. Кирова и Доме Советов, Дворце культуры в Куйбышеве (ныне Самара) и других.

Принятые сокращения

Пегосхум – Петроградские государственные художественные мастерские

ВХУ ИАХ – Высшее художественное училище при Императорской Академии художеств

ГНИМА – Государственный научно-исследовательский музей архитектуры им. А.В. Щусева

ГМИ СПб – Государственный музей истории Санкт-Петербурга

НИМ РАХ – Научно-исследовательский музей при Российской академии художеств

ЦГА СПб – Центральный государственный архив Санкт-Петербурга

Список источников / References

1. *Печёнкин, И.Е.* Пафосное молчание. «Революционный романтизм» петербургской (петроградской) архитектурной школы конца 1910 – начала 1920-х годов / И.Е. Печёнкин // Русское искусство и архитектура. VII. Слова и молчание : сб. ст. / науч. ред. Вл.В. Седов; сост. А.П. Салиенко. СПб. : Алетейя, 2026. (Труды исторического факультета МГУ. Вып. 302. Сер. II: Исторические исследования, 208). С. 165–181.

Pechenkin, I.E. Pathetic Silence. Revolutionary Romanticism at the St. Petersburg (Petrograd) Architectural School of the Late 1910s – Early 1920s. In: Sedov, V.V., Salienko, A.P. (eds.). *Russian Art and Architecture, vol. 7: Words and Silence*. St. Petersburg, Aletheia Publ., 2026, pp. 165–181. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. Юбилейный справочник выпускников Санкт-Петербургского государственного академического института живописи, скульптуры и архитектуры имени И.Е. Репина

Российской Академии художеств. 1915–2005 / авт.-сост. С.Б. Алексеева. СПб. : СПбГАИЖСА им. И.Е. Репина, 2007. 792 с.

Alexeeva, S.B. (comp.). Anniversary Directory of Graduates of the I.E. Repin St. Petersburg State Academic Institute of Painting, Sculpture and Architecture of the Russian Academy of Arts. 1915–2005. St. Petersburg, I.E. Repin St. Petersburg State Academic Institute of Painting, Sculpture and Architecture of the Russian Academy of Arts, 2007, 792 p. (In Russ.)

3. *Суздалева, Т.Э.* Творчество архитектора Н.А. Троцкого : дисс. …кандидата архитектуры : в 2 т. / Т.Э.Суздалева. Л., 1982. Т. 1.

Suzdaleva T.E. N.A. Trotsky's Creative Heritage : Cand. arch. sci. diss. abstr., 2 vols. Leningrad, S. n., 1982, vol. 1. (In Russ.)

4. *Суздалева, Т.Э.* Н.А. Троцкий / Т.Э. Суздалева. Л. : Лениздат, 1991. 188 с.

Suzdaleva T.E. N.A. Trotsky. Leningrad, Lenizdat Publ., 1991. 188 p. (In Russ.)

5. *Шкаровский, М.В.* Строительство петроградского (ленинградского) крематория как средства борьбы с религией / М.В. Шкаровский // Клио. 2006. № 3 (34). С. 158–163.

Shkarovsky, M.V. Construction of the Petrograd (Leningrad) Crematorium as a Mean for Attacking Religion. In: *Clio*, 2006, no 3 (34), pp. 158–163. (In Russ.)

6. *Петрова, Л.И.* Городской музей и власть: 1880-е – 1930-е годы (Петербургский городской музей, Музей старого Петербурга, Музей города). СПб. : Алетейя, 2015. 312 с.

Petrova, L.I. City Museum and Power: 1880s – 1930s (St. Petersburg City Museum, Museum of the Old St. Petersburg, Museum of the City). St. Petersburg, Aletheia Publ., 2015. 312 p. (In Russ.)

7. Музей города к октябрю 1927 : очерк музея и путеводитель. Л. : Изд. Музея города, 1928. 140 с.

Museum of the City by October 1927: Museum Essay and Guide. Leningrad: City Museum Publ., 1928. 140 p. (In Russ.)

8. Архитектор Ной Абрамович Троцкий. 1895–1940. Графика и документы из собрания Государственного музея истории Санкт-Петербурга : каталог. СПб. : ГМИ СПб, 2005. 108 с.

Architect Noah Abramovich Trotsky. 1895–1940. Graphics and Documents from the Collection of the State Museum of the History of St. Petersburg, catalog. St. Petersburg: State Museum of the History of St. Petersburg, 2005. 108 p. (In Russ.)

9. *Лисовский, В.Г.* Леонтий Бенуа и петербургская школа художников-архитекторов / В.Г. Лисовский. СПб. : Коло, 2006. 400 с.

Lisovsky V.G. Leonty Benois and St. Petersburg School of Artists-Architects. St. Petersburg, Kolo Publ., 2006, 400 p. (In Russ.)

10. Хазанова В.Э. Советская архитектура первых лет Октября / В.Э. Хазанова. М. : Наука, 1970. 212 с.

Hazanova, V.E. Soviet Architecture during October's the First Years: 1917–1925. Moscow, Nauka Publ., 1970, 212 p. (In Russ.)

11. *Печёнкин, И.Е.* Модернизация через архаизацию: о некоторых социальных аспектах стилевого развития архитектуры в России 1900–1910-х годов / И.Е. Печёнкин // Модерн в России. Накануне перемен : Материалы XXIII Царскосельской научной конференции. СПб. : Серебряный век, 2017. С. 509–519.

Pechenkin, I.E. Modernization through Archaization: on Some Social Aspects of the Stylistic Development of Architecture in Russia in the 1900s–1910s. In: *Art Nouveau in Russia. On the Eve of Change,* Proceedings of the XXIII Tsarskoye Selo Scientific Conference. St. Petersburg, Silver Age Publ., 2017, pp. 509–519. (In Russ.).

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 27–37.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 27–37.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.04.03+72.036+719
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-27-37

Декоративные решётки и ограды советского периода: история, специфика и проблемы сохранения (на примере г. Ярославля)

Сапрыкина Наталья Сергеевна (Ярославль). Доктор архитектуры, доцент, член-корреспондент РААСН. Кафедра градостроительства Международной академии бизнеса и новых технологий. Эл. почта: saprykinans@edu.mubint.ru

Аннотация. Статья посвящена важному компоненту архитектурной среды – декоративным решёткам и оградам на примере города Ярославля. Советский период стал для города тем временем, когда он строился, развивался и был комплексно продуман не только с позиции общих направлений развития, урегулирования и нового строительства, но и благоустройства, художественного оформления города, начиная с плана монументальной пропаганды 1918 года.

В статье раскрывается специфика формирования и эволюции декоративных решений ограждений и других элементов декоративно-монументального искусства в организации территорий в контексте изменения стилистической направленности в архитектуре.

Декоративные решётки и ограды не только выполняли и выполняют свои основные функции (разграничения пространства и украшения городской среде), но и стали частью «культурного кода» города, отражая эпоху и художественно-эстетические предпочтения времени в орнаменте.

Статья вводит в научный оборот новые факты и сведения. Предлагается комплексная программа действий по сохранению исторических оград и решёток, формирующих «образ места и времени», что добавляет значимости архитектурно-декоративному наследию.

Ключевые слова: декоративные решётки и ограды, Ярославль, благоустройство, советский период, культурный код города, среда, город, архитектура

Для цитирования. Сапрыкина Н.С. Декоративные решётки и ограды советского периода: история, специфика и проблемы сохранения (на примере г. Ярославля) // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 27–37. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-27-37.

Decorative Grilles and Fences of the Soviet Period: History, Specifics and Conservation Challenges (a Case Study of Yaroslavl)

Saprykina Natalia S. (Yaroslavl). Doctor of Sciences in Architecture, Docent, Corresponding Member of the RAACS. The Department of Urban Planning of the International Academy of Business and New Technologies. E-mail: saprykinans@edu.mubint.ru

Abstract. This article is dedicated to a little-studied component of the architectural environment – decorative grilles and fences from the Soviet period, exemplified by the city of Yaroslavl. The Soviet era represented a time when the city was built, developed, and comprehensively planned not only in terms of general directions for development, regulation, and new construction but also in terms of landscaping and artistic design, starting with the monumental propaganda plan of 1918.

It reveals the specifics of the formation and evolution of decorative solutions for fences and other elements of decorative and monumental art in urban development and land organization, set against the backdrop of changing stylistic directions in architecture and the overall development of the city.

© Сапрыкина Н.С., 2026.

The article emphasizes that decorative grilles and fences not only perform their primary functions (enclosing spaces and beautifying the urban environment) but also represent a part of the city's "cultural code," embodying symbolism and authors' ideas, reflecting the era and the artistic-aesthetic preferences of the time in the most concentrated "format"– ornamentation.

The article introduces new facts and information into academic discourse, highlighting the growing interest in preserving these unique objects. A comprehensive program of potential actions is proposed for the preservation of historical fences and grilles, which shape the "image of place and time," thereby enhancing the significance of this architectural heritage.

Keywords: decorative grilles and fences, Yaroslavl,landscaping, Soviet period, cultural code of the city, environment, city, architecture

For citation. Saprykina N.S. Decorative Grilles and Fences of the Soviet Period: History, Specifics and Conservation Challenges (a Case Study of Yaroslavl). In: *Academia. Architecture and Construction,* 2026, no. 3, pp. 27–37, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-27-37.

На фоне утраты объектов историко-архитектурного и градостроительного наследия, комплексов зданий и сооружений вопросы сохранения малых архитектурных форм, элементов декоративно-монументального искусства, таких как ограды, металлические решётки, кронштейны, козырьки, кажутся нередко несущественными. При этом они составляют часть городской среды, подчёркивают и дополняют её художественно-эстетические свойства, несут в себе символы и авторские идеи времени (рис. 1).

История развития и трансформации решёток и оград тесно переплетается с эволюцией архитектурных стилей. В их рисунке, технике исполнения воплотились разные эпохи и предпочтения в самом концентрированном «формате» – орнаменте (в стиле барокко, классицизма, ампира, эклектики, модерна и др.). Ажурные графические кованые ограды, оттеняющие монументальные формы архитектуры первой половины XIX века стиля ампир – это чёткая геометрическая графика вертикальных «копий»; архитектурный декор чугунных оград второй половины XIX века периода историзма или эклектики – помпезный, вычурный, нарочито демонстрирующий социальные амбиции и богатство владельцев: мой дом – моё состояние. Элегантные и выразительные ограды с флоральными мотивами и с плавными линиями-изгибами дополняют архитектурные произведения в стиле модерн.

Часто «образ места» города считывается именно с решёток и оград, как, например, в Петербурге отличается рисунок оград рек Мойки, Фонтанки и канала Грибоедова, Москва ассоциируется с решёткой одноимённой реки и Яузы. Декоративные решётки и ограды – это своеобразная визитная карточка и города Ярославля, по-своему выразительная и, конечно же, оригинальное историческое дополнение городского пространства. Например, облик чугунных решёток ограждения набережной реки Волги, установленного в 1830 году, прочно ассоциируются с городом, они были включены в реестр ОКН регионального значения в составе ландшафтно-градостроительного ансамбля вместе с откосами ещё в



Рис. 1[1]. Фрагмент ограды средней школы № 43 по ул. Б. Октябрьской. Середина 1930-х годов



Рис. 2. Историческая чугунная решётка ограждения набережной Волги. Ярославль. 1830 год. Фотография автора

[1] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

советское время (Решение Яроблисполкома от 26.06.1986 № 406[2]) [1] (рис. 2).

Декоративные решётки и ограды одновременно выполняли сразу несколько функций:

– ограждали пространство, создавали законченность композиции и участвовали в ансамбле как связующий элемент;

– повышали художественно-эстетический потенциал среды;

– несли в себе дополнительное смысловое значение в виде своеобразного «кода», отображая причастность архитектурного произведения или градостроительного комплекса, например, к фамилии или роду деятельности заказчика, его статусу, а также специфику места и времени, где и когда они были установлены.

Многие из исторических декоративных решёток и оград включены сегодня в перечень объектов культурного наследия (ОКН) разного значения в составе зданий и сооружений, усадебных комплексов, природно-ландшафтных объектов города. В отличие от них, декоративные артефакты XX века сегодня бесследно исчезают с улиц Ярославля и других его территорий, несмотря на то, что среди них было немало оригинальных и выдающихся произведений декоративно-монументального искусства. Советский период стал для города тем отрезком времени, когда он строился, развивался и был комплексно продуман не только с позиции формирования новых генеральных планов и общих направлений развития, урегулирования застройки и нового строительства, но и благоустройства, художественного оформления города, начиная с плана монументальной пропаганды 1918 года [1].

Первые здания и общественные пространства Ярославля периода конструктивизма оформлялись относительно простыми по рисунку металлическими ограждениями, подобно ортодоксальной архитектуре этого времени, преследуя прежде всего задачи экономии, рациональности и оптимальности. Примеров таких ограждений было много, о чём свидетельствуют архивные фотографии, но, как правило, они не сохранились, были заменены в последующие годы на

[2] Список ОКН регионального значения // Государственная служба охраны объектов культурного наследия Ярославской области (https://clck.ru/3UpSLN).



а) *б)*

Рис. 3. Бульвар вдоль улицы Свердлова (у посёлка им. Бутусова): а) архивная фотография; б) современный вид



Рис. 4. Вход в Бутусовский парк со стороны посёлка (с ул. Чайковского)



Рис. 5. Фотография сквера на Первомайском бульваре в Ярославле. 1937 год (источник: ГКУ ЯО ГАЯО. Ф. Р-113. Оп.1. Д. 124. Л. 28)

другие. Некоторый художественный подтекст просматривался при ограждении воздвигаемых памятников, которые также сегодня утрачены (рис. 3).

Нередко применялись временные деревянные ограды по типу штакетника. В отдельных случаях, когда нужно было подчеркнуть статус объекта, они имитировали своими формами каменные или металлические решения. Например, такая ограда была у «Бутусовского парка» при крупном ЖСКТ им. К. Бутусова в центральной части города (рис. 4). Иногда использовались комбинированные решения оград: каменные или металлические столбы и деревянные решётки. Так был оформлен сквер на Первомайском бульваре (рис. 5).

Временем активного использования декоративных решёток и оград в качестве художественного дополнения архитектурных и градостроительных объектов стали периоды постконструктивизма и сталинского неоклассицизма. В 1930-е годы единого требования к рисунку и общему облику декоративных оград ещё не было. Выбор зависел от особенностей архитектуры самих зданий и комплексов, размещения их на территории города (центр, периферия, первая линия или внутренняя застройка), художественного вкуса и мастерства автора. Нередко проекты выполнялись в вариантах, используя символику и орнаменты, выбираемые как из прототипов среды исторического города, так и образцовых решений выдающихся произведений советского времени с элементами государственной символики. Например, «Памятник жертвам расстрела рабочих Большой ярославской мануфактуры 1905 года» на Донском кладбище Краснoперекопского района, построенный в 1935 году, является одним из наиболее интересных примеров идеи контекстуальной ограды [2] (рис. 6). Декоративные решётки растительного орнамента, чаши на стойках-пилонах с вертикальными желобками между секциями, выразительно дополняя форму надгробия, одновременно иллюстрировали собой яркое воплощение ярославских традиций, напоминая характерные исторические элементы города, например, архитектурное убранство дома Донцовых-Лопатиных на Б. Октябрьской, рисунок его металлических ворот (первая треть XIX века, ОКН регионального значения) или ограждение балкона здания бывшей мужской гимназии на площади Челюскинцев (вторая половина XIX века, ОКН федерального значения) (рис. 7, 8).



Рис. 6. Памятник жертвам расстрела рабочих Большой ярославской мануфактуры 1905 года. Донское кладбище Краснoперекопского района Ярославля. 1935 год (источник:[2])



Рис. 8. Ограждение балкона здания бывшей мужской гимназии. Площадь Челюскинцев. Вторая половина XIX века



Рис. 7. Решётка металлических ворот дома Донцовых-Лопатиных. Улица Б. Октябрьская. Первая треть XIX века

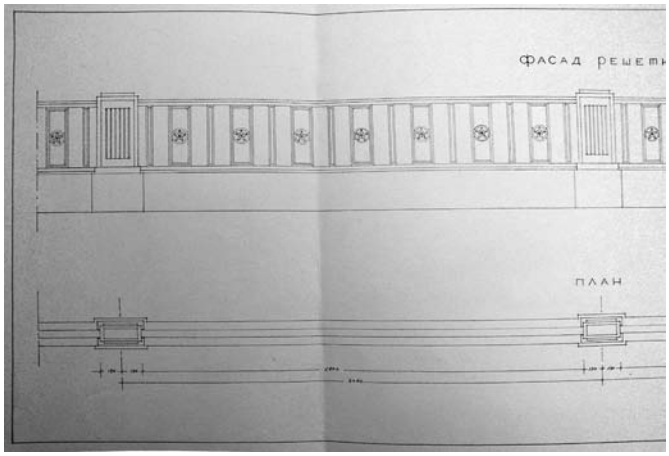
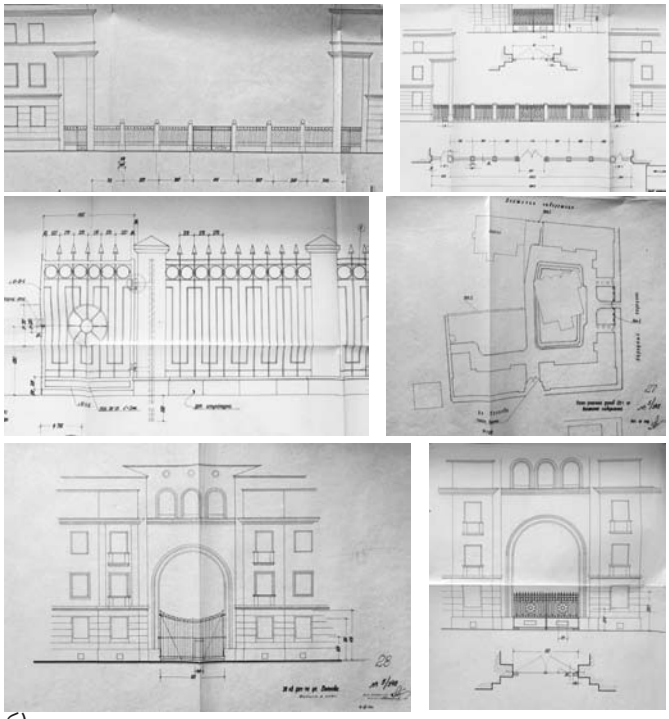


Рис. 9. Фрагмент чертежа ограждения сквера около памятника В.И. Ленину. Архитектор С.В. Капачинский. 1939 год



а)



б)

Рис. 10. Жилой дом. Народный переулок: а) фрагмент фасада; б–е) архивные чертежи ограды комплекса жилых зданий по Волжской набережной и Народному переулку. Варианты. Архитектор И.Н. Дубов. 1939 год. Публикуются впервые (источник: архив завода СК-1. Личный архив С.И. Тараева)

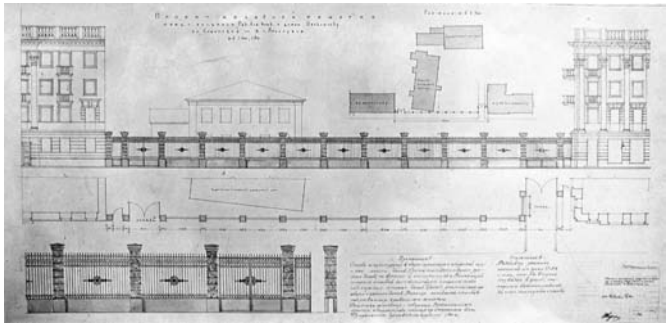


Рис. 11. Проект стальной решётки между жилым домом Резинокомбината и жилым домом Облкомхоза по улице Советской. Архитектор А.В. Фёдоров. Автор решётки – архитектор К.А. Козлова. 1940 год. Публикуется впервые (источник: ЯМЗ. Учётный номер ЯрНВФ 10596/28)

Примером второго подхода в решении декоративно-монументального оформлении места может служить памятник Ленину на Красной площади (1939) с элементами советской символики (пятиконечными звездами в рисунке ограды и чугунными столбиками-тумбами, напоминающими по оформлению центральный пилон постамента памятника [3] (рис. 9).

В проектах жилых и общественных зданий многих авторов послевоенного десятилетия также прослеживается особое внимание к проработке композиции узора (рисунка) оград и решёток, которые заполняли просветы между ними или арочные проходы-проезды в теле объёмов. Как правило, они продолжали художественную тему архитектурных объектов, составляя единое целое с обликом застройки. В качестве примеров проектов жилых зданий с решётками и оградами, выполненными архитекторами города, можно перечислить следующие:

– комплекс жилых зданий на Волжской набережной и Народного переулка (1935–1937, арх. И.Н. Дубов, ограда – 1939) (рис. 10);

– жилой дом на Первомайском бульваре (1941, арх. И.Н. Дубов);

– жилые здания по ул. Гражданской (середина 1930-х, арх. А.В. Фёдоров);

– квартал по ул. Советской (1938–1940, арх. А.В. Фёдоров, К.А. Козлова) (рис. 11);

– здание МВД (1936, арх. Н.П. Папин) и др. [1].

Наряду с оградами в это время прорабатывался авторский рисунок осветительной арматуры, выполненной в контексте общей концепции благоустройства, а также декоративные чугунные решётки вокруг деревьев. Обеспечивая свободный доступ для полива, они одновременно выразительно обрамляли стволы и плавно переходили в твёрдое асфальтовое и плиточное покрытие тротуаров улиц (рис. 12).

Козырьки-навесы над входами, ограждение балконов, металлические парапетные ограждения и другие многочисленные детали вторили им, создавая общий орнамент («графический код») убранства города.

К сожалению, многие ограды и декоративные элементы не успели выполнить до Великой Отечественной войны. Иногда производство и организация строительного дела, как писал советский архитектор и учёный Алексей Ильич Суслов, «хромало», результатом чего было вселение трудящихся в незаконченные внешней отделкой дома (с неоштукатуренными фасадами, недооформленными деталями, декоративными элементами)[3]. Поэтому многие здания, комплексы и ансамбли остались незавершёнными или были завершены после войны, но уже по новым проектам, не всегда связанными с общим архитектурным решением объектов (без учёта авторского решения), в том числе и в современной зоне Юнеско[4].

[3] Суслов А.И. «Архитектура советского Ярославля». Машинописная копия // ГКУ ЯО ГАЯО. Ф. Р-2543. Оп. 1. Д. 30. Л. 21.

[4] Хотя это реально выполнить по первоначальному замыслу, так как многие чертежи и проектные материалы можно найти в областном архиве, публикациях, в архиве мэрии, проектных организаций.

Уникальным фактом военного времени, отражающим значимость такого компонента среды, как декоративная ограда, стала реконструкция набережной реки Которосли – притока Волги, в августе 1944 года. В короткий срок, за 75 дней была преобразована и благоустроена значительная территория с установкой нового чугунного ограждения протяжённостью две тысячи погонных метров, которое стало копией исторической чугунной решётки Волжской набережной города, выполненной в стилистике классицизма [4] (рис. 13). Это факт в итоге чуть не сыграл роковую роль, когда современные власти решили заменить её новой – стальной с модной символикой. К счастью, градозащитники и профессиональное сообщество отстояли, а Департамент охраны объектов культурного наследия включил решётки и откосы Которосльной набережной от Стрелки до Спасо-Преображенского монастыря (1944) в реестр памятников истории и культуры регионального значения в 2019 году[5].

Первый советский альбом типовых проектов оград, заборов, ворот и калиток был разработан и опубликован в 1946 году с целью повышения общего художественно-декоративного уровня решений элементов монументального искусства. Его составителем был архитектор Б.А. Биткин, а в работе над изданием участвовали многие архитекторы и художники. В их ряду были М.В. Беляева, К.К. Бломериус, Н.И. Кротов, Г.В. Крючков, А.Г. Лапиров, Г.И. Луцкий, Н.Г. Минаев, П.И. Скокан, Е.А. Тарасова, Н.Э. Шмидт, и др. Сборник вышел в серии «Малые формы» и стал одним из первых в СССР систематизированных сборников проектных решений для элементов благоустройства [4] (рис. 14).

В числе разработанных оград, заборов, ворот и калиток были:

– металлические литые и кованые, кованые с литыми деталями;

– из профилированной стали и чугуна, с латунными вставками;

– с металлическим, бетонными, кирпичными оштукатуренными (или искусственного камня) столбиками разной конфигурации и декоративными завершениями (шары, вазоны, бутоны и пр.);

– с цокольной частью и без;

– низкие и высокие;

– глухие, с проездом, калиткой,

– с разными вариантами ворот для оград,

– с многообразными символическими элементами в виде звёзд, венков, мечей, растительных орнаментов.

Данный альбом послужил определённой инструкцией для архитекторов Ярославля, которые использовали многие мотивы и технические решения в своих проектах во время работы по городскому благоустройству в послевоенные годы.

[5] Список ОКН регионального значения // Государственная служба охраны объектов культурного наследия Ярославской области (https://clck.ru/3UpSLN).

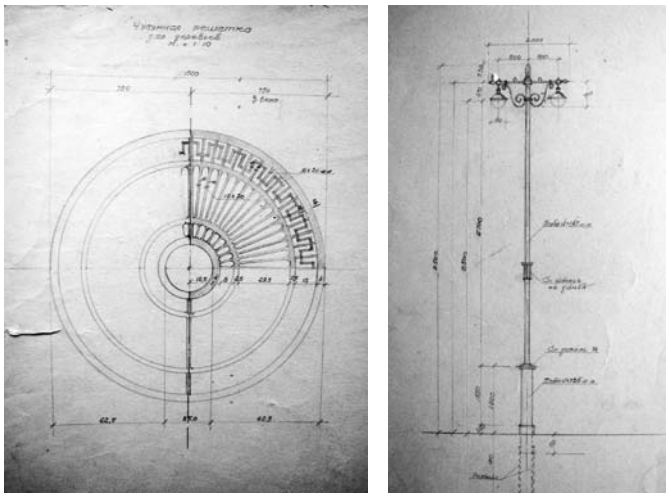


Рис. 12. Проект декоративной чугунной решётки вокруг дерева и фонарь для площади Московского вокзала. Архитектор П.И. Егорова, рубеж 1940–1950 годов. Публикуется впервые (источник ЯМЗ. Учётный номер ЯМЗ 54306/7, ЯМЗ 54306/8)



Рис. 13. Новая набережная реки Которосли. Главный архитектор и инженер проекта А.В. Фёдоров. 1944 год. Современный вид. Фотография автора

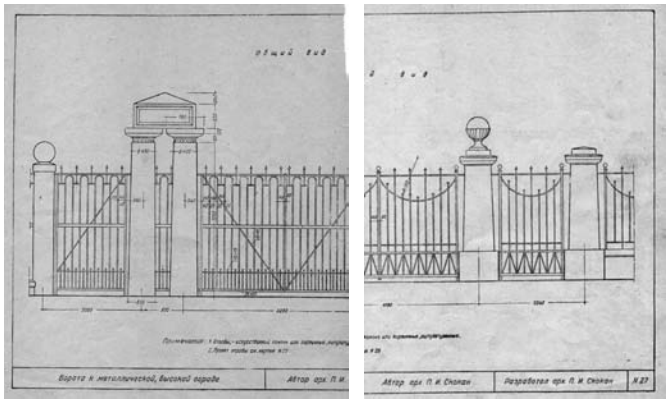


Рис. 14. Фрагменты листов из альбома типовых проектов оград, заборов, ворот и калиток Архитектор П.И. Скокан. 1946 год (источник: [4])

Таблица

Вид работ: установка чугунных решёток	Ед. изм.	Объём работ	Материалы		Раб. сила в ч/дн.	Ориент. стоимость, рубли
			Наименование	Кол-во		
А – Основные работы						
Городской парк	п.м.	320	Чугуна	4,8 тн.	640	64000
			железа полосов.	2,56 тн.		
			камней под столбы	128 шт.		
Площадь Челюскинцев	п.м.	546	чугуна	8,5 тн.	273	109200
			железо полос.	4,5 тн.		
			камней штуч.	215 шт.		
Стрелка	п.м.	590	чугуна	130 тн.	295	118000
			железа полос.	3,6 тн.		
			пиломат.	30 м3		
Сквер между набережной Волги и пл. Челюскинцев	п.м.	572	чугуна	8.6 тн.	281	114400
			железо полос.	4.6 тн.		
			камня штучн.	270 шт.		
Сквер около Гинекологич. больницы	п.м.	87	чугуна	1.3 тн.	43	17400
			железа полосов.	0.7 тн.		
			камня штучн.	30 шт.		
Дамба	п.м.	1500	чугуна	50 тн.	750	150000
			железа полос.	12 тн.		
			камня штучн.	300 шт.		
Новая набережная	п.м.	900	чугуна	4.4 тн.	320	90000
			камня штучн.	225 шт.		
			железа	11.7 тн.		
Привокзальная площадь	п.м.	350	чугуна		175	350000
			железо полос.			
			камней штучн.			
Б – Прочие работы						
Сквер на пл. Волкова	п.м.	150	чугуна	2.2 тн.	75	7500
			железо полос	1,2 тн.		
			камня штучн.	60 шт.		
Сквер на пл. Подбельского (около Госбанка)	пм	180	чугуна	0,7 тн.	90	36000
			железа полос	1,44 тн.		
			камня штучн.	72 шт.		
Сквер по стене Кремля[6] (напротив Госбанка)	п.м.	120	чугун	1,8 тн.	60	24000
			желез. полос.	0,96 тн.		
			камня штучн.	48 шт.		
Сад на пл. Волкова (против гостиницы)	п.м.	90	чугуна	1,3 тн.	45	4500
			железа полосов.	0,72 тн.		
			камень штучный	36 шт.		
Сквер по Крестьянской ул. (от Революц. ул. до спуска к р. Которостли)	п.м.	250	чугуна	3,7 тн.	125	50000
			железа полос.	2,0 тн.		
			камня штучн.	100 шт.		

[6] Так было написано в документе, на самом деле имеется в виду Спасский монастырь

Современники так описывали эти годы преобразования города: «Систематически производилась реконструкция одной улицы за другой. Благоустроены ул. Пушкина, Чайковского, ул. Свободы, площадь Подбельского и др. Все скверы и бульвары обнесены чугунными решётками. Самые значительные работы были проведены по дамбе, через которую шла дорога в Закоторостную часть города, и по Московской улице. Дамба расширена почти вдвое, проложено два полотна асфальтированной мостовой. По обеим сторонам посажены деревья и поставлены чугунные решётки»[7].

Согласно сохранившемуся документу «Предварительные соображения по объёму работ на благоустройство г. Ярославля в 1946 году» можно перечислить и другие территории города, где намечалась, а позже была произведена установка чугунных ограждений (см. табл.)[8].

По свидетельству очевидцев, а также информации из архивных источников и результатов натурных исследований сохранившихся фрагментов среды, перечисленные зелёные территории были обнесены чугунными решётками определённого типа орнамента:

1) на бульварах, скверах и аллеях появились невысокие и средние ограды с регулярными орнаментами, среди которых выявлено три базовых типа с характерными рисунками чугунных решёток, разработанных преимущественно местными архитекторами: с флоральным орнаментом («лилии»), с геометрическим рисунком («человечки-перевертыши») и строгим официальным рисунком классицистического образца. При этом каждый тип решётки сочетался с типом пространства и местоположения ограждения;

2) в парках (включая детский парк), вокруг территорий школ и детских садов, общественных пространств в центральной части города были установлены высокие ограды с элементами символики страны и атрибутами Победы (например, серп и молот, колосья, звёзды, гирлянды) и других официальных символов периода сталинского неоклассицизма;

3) около официальных общественных зданий и вокруг их территорий (вокзал, банк, административные здания города и области, различные ведомственные управленческие конторы, библиотеки и др.), между жилыми домами вдоль центральных улиц были установлены ограды, выполненные преимущественно на базе образцовых проектов из «Альбома» или их модификации.

Например, круглый сквер напротив драмтеатра им. Ф. Волкова и центральной гостиницы «Ярославль» обрамлялся невысокой оградой классицистического орнамента (арх. П.И. Егорова), тротуары и скверы по одной из главных улиц – Советской – оградами с геометрическим рисунком, а прогулочные бульвары вдоль проспекта Шмидта (совр. проспект Ленина), исторические улочки, (например, ул. Революционная и др.) – оградой с флоральными мотивами; территория здания вокзала Всполье первоначально была ограждена от привок-



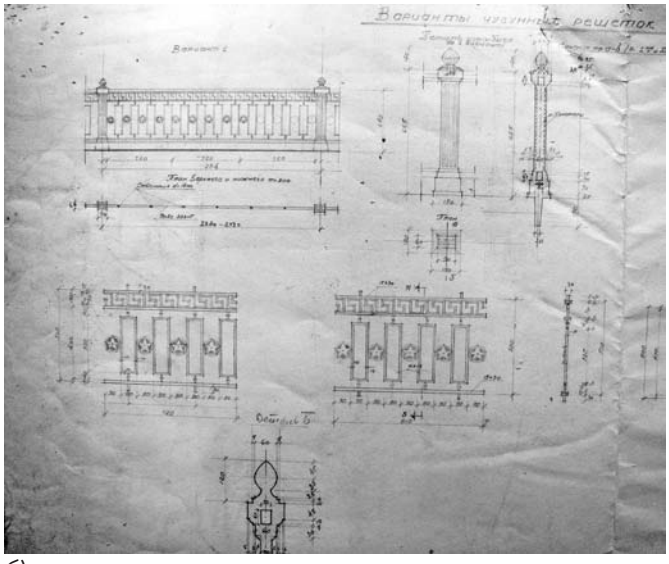
Рис. 15. Чугунная решётка с флоральным орнаментом («лилии»). Фотография автора



Рис. 16. Чугунная решётка с геометрическим рисунком («человечки-перевёртыши»). Фотография автора



а)



б)

Рис. 17. Чугунная решётка со строгим официальным рисунком классицистического образца: а) современный вид. Фотография автора; б) проект решётки ограды для центральной части города. Автор – архитектор П.И. Егорова. 1945 год. Публикуется впервые (источник ЯМЗ. Учетный номер ЯМЗ 54306/9)

[7] Суслов А.И. «Архитектура советского Ярославля». Машинописная копия // ГКУ ЯО ГАЯО. Ф. Р-2543. Оп. 1 Д. 3. Л. 24.

[8] Решение облисполкома об архитектурно-строительном контроле в городах области. Ведомость объёма работ по благоустройству города Ярославля в 1946 году // ГКУ ЯО ГАЯО. Ф. Р-872. Оп. 3. Д. 3.

зальной площади высокой металлической оградой по мотивам ограды архитектора А.Г. Лапирова, а сквер у центрального банка со стороны улиц Первомайская и Комсомольская был обнесён оригинальной оградой с символическими элементами в память о триумфе Победы в Великой Отечественной войне (рис. 15–23).

Помимо декоративных ограждений намечалась и была реализована грандиозная программа по комплексному благоустройству города: установке скамеек, урн, скульптур, осветительных фонарей и фонтанов, лестниц, устройству беседок, асфальтированию, замощению, устройству газонов, посадке деревьев и кустарников на указанных и других территориях города. Многие малые архитектурные формы и осветительная арматура, элементы благоустройства проектировались оригинальными для конкретного пространства и места, что отличало их друг от друга. В результате этих мероприятий в 1949 году Ярославлю было вручено Красное знамя Совета Министров РСФСР как победителю в соревновании по благоустройству городов (рис. 24) [5].



Рис. 18. Декоративное ограждение первого типа бульвара по проспекту Ленина



Рис. 19. Ограда третьего типа круглого сквера на площади Ф. Волкова у театра



Рис. 20. «Триумфальная ограда» у центрального банка. Улица Комсомольская. Рубеж 1940-х – 1950-х годов



Рис. 21. Ограда средней школы № 43. Улица Большая Октябрьская. 1936–1937 годы. Фотография 2018 года (на современном этапе утрачена)



Рис. 22. Ограда Детского парка. Проспект Шмидта (Ленина). Вторая половина 1940-х годов



Рис. 23. Ограда у вокзала «Ярославль-Главный». 1950-е годы

Середина 1950-х годов ознаменовалась новыми разнообразными примерами декоративного убранства строений, среды города, которое осталось в основном в виде графического наследия, так как время его реализации совпало с изменениями в архитектурной политике, обращением к теме ликвидации излишеств (рис. 25). Поэтому проекты решеток оперативно упрощались, часто от ограждения просто отказывались.

За последние годы многие советские ограды и решётки были безвозвратно утеряны, при этом не по причине их состояния, а вследствие новых модных тенденций, административных решений. Так, ограду (чугунные секции) на проспекте Ленина уже успели поменять в некоторых местах на стальные «брендированные» с символикой герба города, заменили ограждение сквера (со звездами) вокруг памятника Ленину на случайное по рисунку, у некоторых школ, детсадов советского периода исчезли решётки с ярко выраженными орнаментами эпохи неоклассицизма. Многие элементы и детали на существующих оградах утрачены, деформированы, доживают свой век, так как не являются объектами культурного наследия и поставить их на охрану практически невозможно. Согласно федеральному закону ФЗ-73[9] ограды, равно как и многие другие элементы МАФ, поставить на охрану без связи с комплексом, ансамблем, зданием и ландшафтно-градостроительным образованием невозможно. А если это самый ценный элемент среды, что тогда делать? Современная проблема состоит ещё и в том, что поставленные на охрану объекты в советские годы часто не содержали описание предметов охраны. Например, в их числе памятник В.И. Ленину на Красной площади (1939), включённый в реестр памятников федерального значения Постановлением Совета Министров РСФСР № 1327 от 30.08.1960 г.[10], что повлекло за собой утраты авторского декора ограды сквера, где он установлен[11].

Сегодня на территории города ещё остались разные примеры «рядовых» и «уникальных» оград памятников, бульваров, парков и скверов советского времени. Главная задача – сохранить эти следы истории на территории Ярославля, являющиеся частью «культурного кода» времени, который пытаются вычислить современные исследователи. Чтобы «чугунные войны» между мэрией Ярославля и градозащитниками наконец-то закончились и, возможно, не только здесь, надо начинать думать над комплексной программой возможных действий по сохранению исторических оград и решёток в исторической среде города. Помимо популяризации, разъяснения ценности элементов монументального и декоративно-прикладного искусства в градостроительной среде;



Рис. 24. Главный архитектор города А.В. Фёдоров (крайний справа) с членами Ярославского горисполкома у Красного знамени Совета Министров РСФСР, вручённого городу Ярославлю – победителю в соревновании по благоустройству городов. 1949 год (источник: [5])

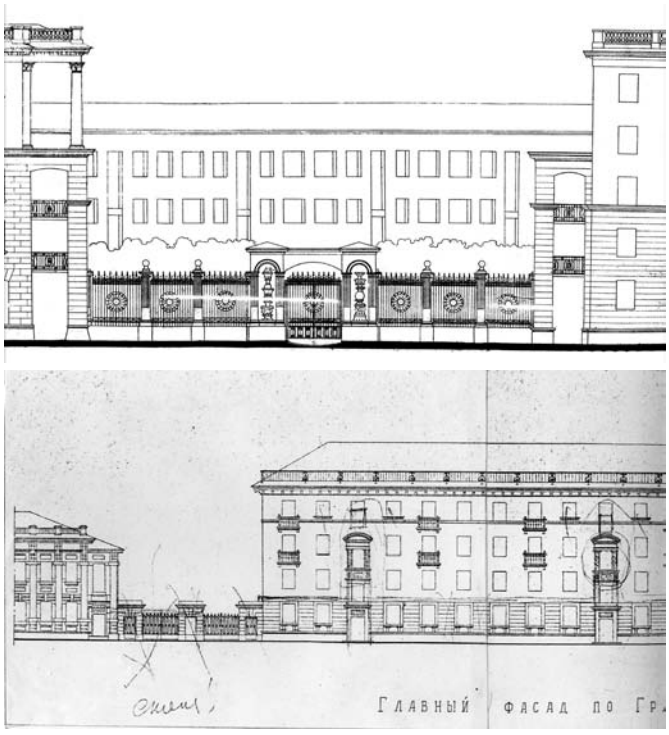


Рис. 25. Проекты оград жилых домов в центральной части города. Середина 1950-х годов (источник: [1])

[9] Федеральный закон от 25.06.2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (http://www.kremlin.ru/acts/bank/18230).

[10] Совет Министров РСФСР. Постановление от 30 августа 1960 г. N 1327 «О дальнейшем улучшении дела охраны памятников культуры в РСФСР» (https://clck.ru/3UqBhP).

[11] Список ОКН регионального значения // Государственная служба охраны объектов культурного наследия Ярославской области (https://clck.ru/3UpSLN).

противодействия сносу, надо целенаправленно и комплексно предпринимать следующие шаги.

• Проводить укрепления, ремонт разрушающихся элементов оград и решёток для обеспечения физической сохранности, создавать точные копии для их восстановления и замены (возможно на основе волонтёрства).

• Выполнять обмеры, разрабатывать документацию, по возможности виртуальные реконструкции – как первый шаг в сохранении исторического наследия.

• Начать воссоздание ценных утраченных декоративных оград памятников и комплексов вместо новых, не соответствующих историческому прототипу и первоначальному замыслу.

• Заняться инициативной разработкой актуальных поправок к действующему законодательству в области охраны памятников, когда отдельные произведения монументального, декоративно-прикладного искусства могут охраняться самостоятельно вне связи с архитектурными и ландшафтными сооружениями и комплексами как самоценные предметы наследия исторической среды.

• Включить в разработку проекта «кода города» обязательный раздел, связанный с историческими элементами монументального и декоративно-прикладного искусства.

• Изучить и сориентироваться на лучший опыт сохранения, реконструкции-реставрации в стране и за рубежом.

• Заняться подготовкой специальных кадров, способных профессионально решать технические и практические проблемы реставрации советских произведений.

Изложенное будет способствовать сохранению элементов архитектурно-декоративного наследия.

Принятые сокращения

ГКУ ЯО ГАЯО – Государственное казённое учреждение «Государственный архив Ярославской области»

Завод СК-1 – Завод синтетического каучука №1

ЯМЗ – Ярославский музей-заповедник

Список источников

1. *Сапрыкина, Н.С.* Советская архитектура Ярославля: Реальность и виртуальность : Монография / Н.С. Сапрыкина. Ярославль : ЯГТУ, 2006. 496 с.

Saprykina N.S. Soviet Architecture of Yaroslavl: Reality and Virtuality, Monograph. Yaroslavl,Yaroslavl State Technical University Publ., 2006, 496 p. (In Russ.)

2. *Петросян, И.С.* Уникальный памятник жертвам 1905 года в г. Ярославле: история, композиция, виртуальная реконструкция / И.С. Петросян, Н.С. Сапрыкина // Молодая наука-2018 : сборник материалов девятой национальной научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов. Ярославль : Академия МУБиНТ, 2019. С. 110–116.

Petrosyan I.S., Saprykina N.S. A Unique Monument to the Victims of 1905 in Yaroslavl: History, Composition, Virtual Reconstruction. In: *Young Science-2018* , Collection of materials from the ninth national scientific and practical conference of young scientists, graduate students and students. Yaroslavl, MUBiNT Academy Publ., 2019, pp. 110–116. (In Russ.)

3. *Сапрыкина Н.С.* Замыслы и реализации. Очерки об архитектуре Ярославля / Н.С. Сапрыкина. Ярославль : ЯГТУ, 2009. 288 с.

Saprykina N.S. Designs and Implementations. Essays on the Architecture of Yaroslavl. Yaroslavl, Yaroslavl State Technical University Publ., 2009, 288 p. (In Russ.)

4. *Биткин, Б.А.* Малые формы архитектуры. Вып. 1. Альбом проектов оград, заборов ворот, калиток / архит. Б.А. Биткин Новосибирск : тип. № 1 Новосибирского облисполкома, 1946. 12 с. : черт. : 20×33 см.

Bitkin B.A. Small Forms of Architecture. Issue 1. Album of Projects of Fences, Gates, Wickets. Novosibirsk, printing house No. 1 of the Novosibirsk Regional Executive Committee, 1946, 12 p., drawing: 20×33 cm. (In Russ.)

5. *Сапрыкина, Н.С.* Архитекторы Ярославля. Фёдоров Александр Васильевич : Монография / Н.С. Сапрыкина. Ярославль: Академия МУБиНТ, 2013. 176 с.

Saprykina N.S. Architects of Yaroslavl. Fedorov Alexander Vasilievich, Monograph. Yaroslavl, Academy of MUBiNT Publ., 2013, 176 p. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 38–48.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 38–48.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.03:72.023
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-38-48

Однополостный гиперболоид в мировой архитектуре

Коротич Андрей Владимирович (Екатеринбург). Доктор архитектуры, доктор искусствоведения, доктор технических наук, академик РААСН. Кафедра архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Эл. почта: avk-57@inbox.ru

Плужникова Софья Эдуардовна (Москва). Кафедра конструкций зданий и сооружений Московского архитектурного института (государственной академии). Эл. почта: sofa1852@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены основные вехи исторической эволюции формы однополостного гиперболоида в архитектуре различных стран и народов; произведён композиционный анализ основных формотворческих достижений отечественных и зарубежных зодчих и изобретателей при использовании этой формы в своих произведениях; систематизированы основные области эффективного функционального использования данной формы в архитектуре, а также известные ранее приёмы и способы композиционного моделирования гиперболоидных объектов. Представлены и классифицированы главные формотворческие способы получения новых гиперболоидных форм, разработанные авторами; показаны основные результаты авторского моделирования и определены перспективы использования авторских патентных и проектных разработок в архитектурно-строительной практике с приоритетом формирования оптимальной среды жизнедеятельности и гармонического развития современной градостроительной инфраструктуры.

Ключевые слова: однополостный гиперболоид, оболочка, линейчатая поверхность, два семейства образующих, покрытие, решётчатая башня, кривизна, пластика, композиционный акцент, архитектура советского авангарда

Для цитирования. Коротич А.В., Плужникова С.Э. Однополостный гиперболоид в мировой архитектуре // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 38–48. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-38-48.

Single-Cavity Hyperboloid in World Architecture

Korotich Andrey V. (Ekaterinburg). Doctor of Sciences in Architecture, Doctor of Sciences in Art History, Doctor of Sciences in Technology, Academician of RAACS. The Department of Architecture the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin. E-mail: avk-57@inbox.ru

Pluzhnikova Sofia E. (Moscow). The Department of Building and Structure of the Moscow Institute of Architecture (state Academy). E-mail: sofa1852@yandex.ru

Abstract. The main milestones of the historical evolution of the form of a single-cavity hyperboloid in architecture of various countries and peoples are considered; a compositional analysis of the main form-making achievements of domestic and foreign architects and inventors when using this form in their works is performed; the main areas of effective functional use of this form in architecture are systematized, as well as previously known techniques and methods of compositional modeling of hyperboloid objects. The main formative methods for obtaining new hyperboloid shapes developed by the authors are presented and classified; the main results of the author's modeling are shown and the prospects for using the author's patent and design developments

© Коротич А.В., Плужникова С.Э., 2026.

in architectural and construction practice are determined with the priority of creating an optimal living environment and the harmonious development of modern urban infrastructure.

Keywords: single-cavity hyperboloid, shell, ruled surface, two families of generators, coating, lattice tower, curvature, plastic, compositional accent, architecture of the Soviet avant-garde

For citation. Korotich A.V., Pluzhnikova S.E. Single-Cavity Hyperboloid in World Architecture. In: *Academia. Architecture and Construction,* 2026, no. 3, pp. 38–48, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-38-48.

Цель настоящей работы – установить закономерности и особенности вековой эволюции такой архитектурной формы мирового зодчества, как однополостный гиперболоид, проследив пути её возникновения, становления и формотворческой модификации в процессе эволюции, а также предложить и систематизировать новые авторские способы моделирования и повышения пластической выразительности современных архитектурных решений с её использованием.

Начальный этап эволюции морфотипа (известные решения)

Вполне вероятно, что истоки появления гиперболоидной архитектуры следует искать в древнейших культурах, и прежде всего – в египетской, такие формы наделялись особыми эзотерическими, символическими, религиозными или ритуальными качествами (рис. 1 а). Также прослеживается интенсивное использование гиперболоидных форм в древней культовой архитектуре Юго-Восточной Азии (Бирма, Таиланд, Непал), например, в буддийских храмовых комплексах Индейн и Лумбини (рис. 1 б). Эстетика форм, похожих на вогнутые воронки-дудочки, в том числе с узкой горловиной в середине и раструбами-расширениями на концах, пронизала все жизненные сферы некоторых ближневосточных и южноазиатских культур – от предметов быта и произведений изобразительного искусства до объектов зодчества.



Рис. 1. Артефакты древних культур как прототипы современных архитектурных гиперболоидных форм: а) Египет (Завадовский П. Иван Леонидов и стиль Наркомтяжпрома //Проект Байкал. № 62. 2019. С. 112–119); б) Юго-Восточная Азия (https://clck.ru/3WBjj4)



Рис. 2. Советский авангард. Решётчатые башни В.Г. Шухова как наиболее ранний пример использования формы однополостного гиперболоида в качестве единичной конструкции и составной «гирлянды» в современной архитектуре: а) водонапорная башня в селе Полибине. 1896 год (https://clck.ru/3WMCXG); б) радиобашня в Москве. 1922 год (https://clck.ru/3WBkdZ)

Пройдя сквозь века, гиперболоидная форма неожиданно всплыла в архитектуре на стыке XIX–XX веков в работах русского инженера-изобретателя В.Г. Шухова (первая реализация в 1896), который воплотил в решётчатом варианте известную на протяжении нескольких веков в начертательной геометрии поверхность однополостного гиперболоида вращения с двумя семействами образующих (рис. 2 а). В дальнейшем он реализовал абсолютно новаторскую идею – построение многоярусной башни в виде «гирлянды», где отдельные гиперболоидные звенья соосно установлены друг на друга и соединены по соответствующим равным кольцевым основаниям (рис. 2 б).

Необходимо отметить, что практически параллельно с ним на рубеже веков интенсивную работу по использованию гиперболоидных отсеков различной конфигурации в своих архитектурных произведениях осуществлял Антонио Гауди: его архитектурными биографами установлен факт применения таких форм в интерьере собора Саграда Фамилиа [2].

В русле авангарда был выполнен знаменитый проект комплекса зданий Наркомтяжпрома (арх. И.И. Леонидов, 1934), включающий два объёма гиперболоидной конфигурации (рис. 3). Стилистика этих двух объёмов принципиально различна и отсылает зрителя как к уже упомянутой культуре Древнего Египта, так и к ростральным колоннам в Санкт-Петербурге [1]. Вполне возможно, что у данных объёмов имеется и какой-то другой, скрытый от нас сакральный смысл, заложенный автором. В первом случае (рис. 3 а) низкий компактный гиперболоидный объём имеет активную, ярко выраженную кривизну и многоцветное живописное оформление гладкой поверхности. Во втором случае (рис. 3 б) высотная гиперболоидная башня со слабо выраженной кривизной и сетчатой фактурой (ячеистым рисунком) на криволинейной поверхности содержит примыкающие к оболочке по всей высоте оригинальные пластические детали, расположенные в шахматном порядке – консольные грибовидные выступы. В эпоху расцвета авангарда (1930-е) в литературе также

приводятся описания и рисунки комплекса гиперболоидных градирен в Хенсбруке, Нидерланды (рис. 4), раскрывая новые возможности широкого использования таких форм в промышленной архитектуре [1].

Следующий поворотный пункт в развитии гиперболоидной архитектуры – проекты и постройки Рене Саржера (1960-е). В настоящей статье приведены два его кардинально отличающихся объекта, содержащих гиперболоиды. В кафедральном соборе Нотр-Дам-д'Африк (Алжир, 1956) изящная гладкая бетонная гиперболоидная башня – акцентирующий композиционный элемент – служит покрытием главного зала (рис. 5 а) и завершена складчатой ротондой со шпилем. Снаружи поверхность башни имеет графические ритуальные изображения; при этом сама башня пластически сопряжена с более низким объёмом, имеющим портальные крупноскладчатые членения. В противоположность сложно-составной композиции собора, водонапорная башня в Бени-Сафе (Алжир) выполнена одиночной (рис. 5 б) и расширяется от меньшего по диаметру основания раструбом кверху, образуя зонтичную консольную конфигурацию. При этом фактура внешней поверхности бетонной оболочки оформлена радиальными криволинейными рёбрами-образующими, увеличивающими жёсткость сооружения и одновременно определяющими его эффектную светотеневую картину при любом освещении.

Весьма неравнодушным к особой эстетике гиперболоидных форм оказался и Оскар Нимейер. В разные периоды времени им созданы знаковые произведения мирового зодчества с использованием гиперболоидов, имеющих кардинально различную трактовку. Так, если в кафедральном соборе Бразилиа (1970; рис. 6) низкий предельно расчленённый объём здания, имеющий активную кривизну и пластику, характерен наличием изогнутых по радиальным образующим криволинейных остроугольных рёбер-складок, верхние участки которых образуют своеобразную «корону» над кругом плоской кровли, а между смежными складками размещены треугольные наклонные сетчатые витражи, то в телебашне бразильской столицы, возведённой в 2007–2012 годах (рис. 7), основной высотный гиперболоидный ствол выполнен предельно целостным, гладким, со слабо выраженной кривизной, и прорезан снизу доверху ленточным витражом с расположенным у кровли ритмическим рядом круглых светопроёмов. Дополнительную выразительность композиции придают детали – большие двухсторонние консольные кронштейны с круглыми площадками, накрытыми стеклянными куполами, а также ярко-красная решётчатая пирамидальная структура завершения.

Разумеется, такой мэтр современного зодчества, как Ле Корбюзье также не мог обойти своим вниманием эстетически выразительную гиперболоидную форму, завершив ею известный комплекс Ассамблеи в индийском Чандигархе, возведенный в 1951–1962 годах (рис. 8). Здесь главный композиционный акцент – косо срезанная гладкая бетонная гиперболоидная башня, расположенная над центральным залом здания и сопряжённая с вертикальным стволом коммуникаций над плоской кровлей.

Решётчатая телебашня в Гуанчжоу (2010, Китай, комп. «ARUP») характерна тем, что впервые в мировой практике аппроксимирует поверхность эллиптического однополостного гиперболоида, образованного трубчатыми образующими лишь одного из семейств (рис. 9 а), благодаря чему закрученный в одну из сторон вихрь скрещивающихся трубчатых образующих придаёт динамичность общей композиции ствола.

Телебашня в Кобэ (1963, Япония), является практически полной имитацией шуховской конструкции 1922-го года (трубчатые образующие двух семейств формируют линейчатую структуру решётчатой оболочки, перехваченную в различных уровнях кольцевыми поясами). Отличием является ярко-красный цвет каркаса и дизайн кольцевых поясов (рис. 9 б).

Одним из самых изящных архитектурных воплощений гиперболоидной формы является телебашня «Aspire Sports City

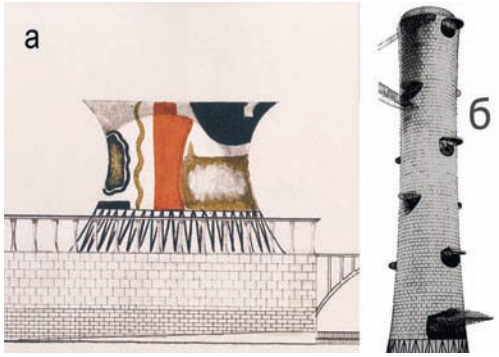


Рис. 3. Советский авангард. Гиперболоидные объёмы составной композиции комплекса Наркомтяжпрома. Архитектор И.И. Леонидов (источник: конкурсный проект Наркомтяжпрома. Фрагмент фасада [1, с. 120])



Рис. 4. Комплекс гиперболоидных башенных градирен в Хенсбруке (источник: Завадовский П. Иван Леонидов и стиль Наркомтяжпрома // Проект Байкал. № 62. 2019. С. 112–119, ил)

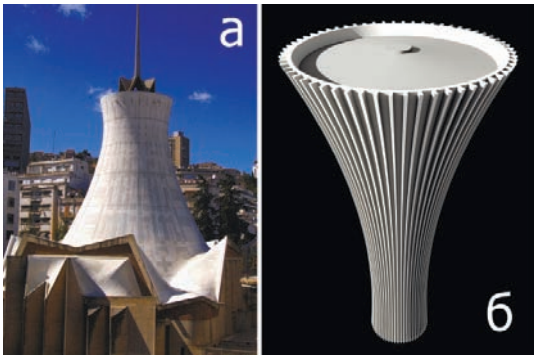


Рис. 5. Работы Р. Саржера: а) гиперболоидное завершение кафедрального собора в Алжире (источник: https://clck.ru/3WBmkM); б) водонапорная башня в Алжире. Рисунок А.В. Коротича

Tower» (2007, Доха, Катар, арх. Хади Симаан): гладкая остеклённая поверхность с идеальными пропорциями косо срезана в верхней части оболочки, формируя впечатляющий криволинейный силуэт (рис. 9 в, г). Необходимо отметить различие проектной концепции и реализованного решения: изначально по проекту оболочка башни должна была паркетироваться зеркальным стеклом, образующим двухсторонний симметричный изогнутый ступенчатый контур (рис. 9 в), что придало бы сооружению ещё большее изящество; при этом реализованный вариант (рис. 9 г) содержит оформление верхней части оболочки крупноразмерной треугольной каркасной решёткой.

Гиперболоидная зеркальная стеклянная оболочка офисного здания «Tornado Tower» (2008, Доха, Катар, компания CICO), получившая главный приз Совета по высотным зданиям и городской среде (CTBUH[1]) как лучшее высотное здание Ближнего Востока (рис. 10), имеет умеренно выраженную контурную/силуэтную кривизну и оформлена выступающим наружу металлическим диагональным ребристым каркасом, создающим на остеклённой поверхности регулярную сеть из ромбовидных ячеек. Здесь также характерно отличие проектной концепции (рис. 10 а) от воплощённого решения (рис. 10 б), где стекло выполнено прозрачным и сквозь него видны горизонтальные междуэтажные перекрытия; при этом завершение башни представлено чётко читаемой зигзагообразной кольцевой «короной», образованной верхними участками ромбов наружного каркаса.

Агроэкологический комплекс с многоярусным/террасным расположением консольных платформ для выращивания сельскохозяйственных культур «Скай-Фарм» (SkyFarm) (арх. бюро Rogers Stirk Harbour + Partners Inhabitat) расположен внутри гиперболоидной остеклённой башни, соединённой с наружным металлическим каркасом и завершающейся ветровым генератором (рис. 11). Гиперболоидная оболочка здесь выполняет две взаимосвязанные функции: она является климатической машиной, обеспечивающей оптимальную циркуляцию воздуха и воды (наподобие градирни), а также символическим образом будущего, в котором архитектура и природа сливаются в единый продуктивный организм.

Выделяется исключительно изящным силуэтом и телебашня вблизи города Либерец (1968, Чехия), где многоярусный гиперболоидный объём с чередующимися сплошными и решётчатыми поясами плавно переходит в шпиль.

Высотная гиперболоидная башня с врезанным в неё плоскогранным объёмом, чётко выделенными светлыми кольцевыми ленточными ярусами этажей и косым плоским усечением расширяющейся кверху остеклённой оболочки является главным композиционным акцентом футбольного комплекса «ЦСКА-Арена» в Москве (арх. А.В.Боков и Д.В. Буш; рис. 12). Она установлена в углу основного четырёхугольного кольцевого объёма, ограждающего футбольное поле, и в полной мере игнорирует основную композиционную аксиому, которую хорошо усвоили все выдающиеся зодчие современности, использующие эту выразительную форму: однополостный гиперболоид чрезвычайно сложно удачно сопрягать/пересекать с другими равными по габаритам формами, и в, первую очередь, – с контрастными плоскогранными объёмами. В данном случае наиболее пластически выразительный фасад башни, образованный гиперболоидным отсеком с чётко выявленными криволинейными контурными линиями силуэта, обращён в парк, окружающий стадион.



Рис. 6. Кафедральный собор в Бразилиа, Бразилия. Архитектор О. Нимейер (источник: https://clck.ru/3WBnEM)



Рис. 7. Телебашня в Бразилиа, Бразилия. Архитектор О. Нимейер (https://clck.ru/3WBnrH

[1] The Council on Tall buildings and Urban Habitat (CTBUH) – международная организация, занимающаяся вопросами высотного строительства).



Рис. 8. Дворец Ассамблеи в Чандигархе, Индия. Архитектор Ле Корбюзье (источник: https://clck.ru/3WBo2M)



Рис. 9. Телебашни: а) Гуанчжоу, Китай (https://clck.ru/3WBoBA); б) Кобэ, Япония (источник: [3]); в, г) «Эспайр Тауэр» (Aspire Sports City Tower), Катар. Архитектор Х. Симаан (https://clck.ru/3WBonT)

Разумеется, развитие гиперболоидной архитектуры современности не ограничивается рассмотренными выше конкретными примерами воплощения этой уникальной формы – по всему миру таких зданий и сооружений множество, и они весьма разнообразны. Но приведённые примеры являют собой наиболее важные, яркие вехи в развитии гиперболоидного формообразования. Их морфологический анализ позволил выявить следующие главные направления их функци-онального использования и основные приёмы композиционного моделирования.

1. Широкое функциональное назначение: покрытия/оболочки общественных зданий (с образованием гиперболоидных интерьеров), телебашни, промышленные теплообменники/градирни, резервуары/водонапорные башни, трубчатые оболочки многоэтажных высотных зданий, сооружения сельскохозяйственной экологической инженерии (агрофермы), малые формы средового дизайна (стелы, смотровые площадки, павильоны). Гиперболоидные формы всех перечисленных групп функциональной типологии могут являть собой одиночные/автономные объекты, составлять групповые композиции, а также быть композиционными акцентами сложно-составных архитектурных комплексов.

2. Использование различных типов фактуры наружной поверхности оболочек: гладкая поверхность с графическими изображениями (иногда цветными); радиальные криволинейные рёбра-образующие, расположенные с различной частотой; вынесенный наружу металлический решётчатый несущий каркас; выступающие ребристые детали витражной конструкции остеклённых оболочек, образующие различные сетчатые рисунки; чередование кольцевых остеклённых и непрозрачных ленточных полос.

3. Акцентированное выявление криволинейных силуэтных/контурных линий.

4. Косой срез верхней части оболочки.

5. Завершение объёма складчатыми ротондами, шпилями, решётчатыми башенками, резервуарами, элементами наружного каркаса и выступающими над кровлей деталями витражной конструкции.

6. Создание многоярусных конструкций-«гирлянд» из соединённых по кольцевым основаниям соосных гиперболоидных блоков.

7. Наличие выступающих из тела оболочки различных пластических деталей.

8. Формы с расширением кверху (консольные, зонтичные), расширением книзу или с равными основаниями используются примерно в равных соотношениях.

9. В редких случаях выполняется сопряжение криволинейной оболочки с плоскогранными/складчатыми композиционными элементами, а также используются трубчатые прямолинейные скрещивающиеся образующие лишь одного из семейств для создания вихревого спирального динамического визуального эффекта.

Перспективы эволюции морфотипа: новые авторские решения

Отсечение фрагментов гладкой поверхности исходной однослойной классической гиперболоидной модели

Первый вариант способа заключается в отсечении двумя параллельными плоскостями частей оболочки по пересекающимся линиям двух семейств образующих с получением парных треугольных плоскостей на двух фасадах (рис. 13). Характерная композиционная черта решения заключается в том, что пары полученных плоских треугольных сечений на противолежащих сторонах гиперболоидной оболочки смыкаются в центральных вершинах, расположенных на её стрикционной линии (горловине); при этом каждая пара сечений образует динамичный Х-образный контур. К сторонам плоских сечений примыкают противолежащие криволинейные части остеклённой оболочки, верхние участки которых вынесены над плоскостью кровли. Разновидность решения предполагает дополнение общей зеркально симме-



Рис. 10. Офисное здание «Торнадо Тауэр» (Tornado Tower). Катар (источники: а – [4]; б – https://clck.ru/3WBp3X12)



Рис. 11. Башня комплекса «СкайФарм» (SkyFarm) (https://clck.ru/3WBpLr)



Рис. 12. Комплекс «ЦСКА-Арена» в Москве. Архитекторы А.В. Боков, Д.В. Буш (https://clck.ru/3WBpjT)

тричной композиции завершающей соосной геосферой, установленной на плоскость кровли.

Второй вариант способа заключается в отсечении части гиперболоидной оболочки плоскостями, пересекающимися на её оси. В случае, приведённом на рисунке 14 а, удалена 1/3 часть исходной оболочки; причём модель дополнена внутренним соосным гиперболоидным усечением, формирующим трубчатый объём. В результате на главном фасаде акцентированно выделены изогнутые очертания плоских торцов сечений, определяющие выразительность силуэта сооружения. Дополняет композицию соосная геосфера, завершающая гиперболоидный объём, а также ребристая входная группа, имеющая очертание обратного конуса.

В случае, приведенном на рисунке 14 б, оставлена 1/8 часть узкой кольцеобразной исходной оболочки, которая установлена вертикально; при этом изогнутая поверхность отсека фронтального фасада транслирована на противолежащий тыльный фасад обратной стороной. Композиционные выразительные качества: различие конфигурации фронтального и тыльного фасадов по обратной выпуклости отсеков, серповидный характер силуэта, ритмическое чередование стеклянных и непрозрачных изогнутых пластических членений (полос) на параллельных плоскостях боковых фасадов, дополнительное остроугольное цилиндрическое усечение верхней части объёма, выделение на гиперболоидных поверхностях объёма чередующихся разноцветных остеклённых полос, наличие в композиции эллипсоида входной группы, охваченного вогнутой нижней частью оболочки фронтального фасада.

Третий вариант способа заключается в отсечении части гиперболоидной оболочки плоскостью, нормальной оси. В представленном варианте (рис. 15) гиперболоидная оболочка, являющаяся центральным композиционным элементом составного объёма и включающая остеклённую поверхность, дополненную изогнутыми радиально расположенными выступающими рёбрами, частично усечена горизонтальной плоскостью; при этом главной композиционной чертой решения является продолжение 1/3 части исходной оболочки с рёбрами над плоскостью усечения, придающее динамичность облику сооружения.

Отсечение фрагментов поверхностей многослойной исходной гиперболоидной модели, образованной соосными подобными гиперболоидными объёмами, вставленными друг в друга

Способ заключается в отсечении участков наружного гиперболоидного слоя (рис. 16). Так, на рисунке 16 а показана составная композиция, включающая наружный гладкий гиперболоидный слой, из которого удалены противолежащие 1/4 части объёма; при этом две оставшиеся части пересекаются с внутренним гиперболоидным слоем, поверхность которого имеет активную фактуру (горизонтальное кольцевое оребрение). Композиционные черты концепта: резкий контраст фактурного решения поверхностей соосных объёмов, завершение составной композиции соосной геосферой со шпилем, наличие сквозного проёма между геосферой и внутренним гиперболоидным объёмом, наличие входной группы в виде ребристого обратного конуса.

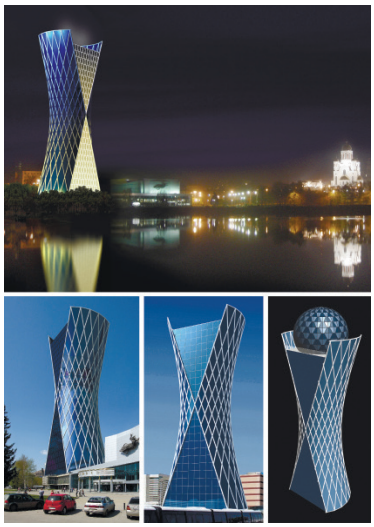


Рис. 13. Отсечение фрагментов гладкой поверхности исходной однослойной классической гиперболоидной модели. Первый вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича

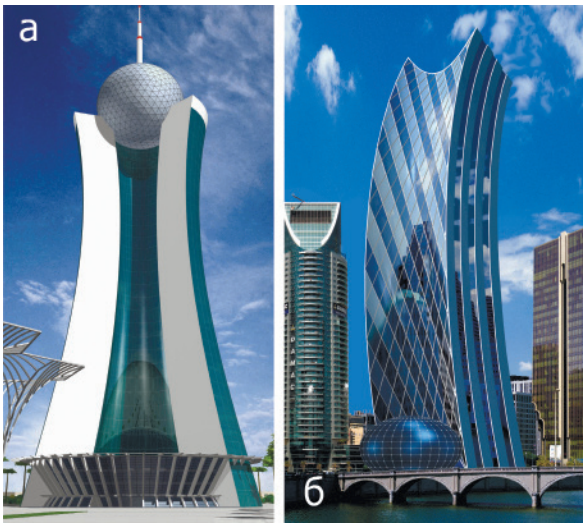


Рис. 14. Отсечение фрагментов гладкой поверхности исходной однослойной классической гиперболоидной модели. Второй вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича

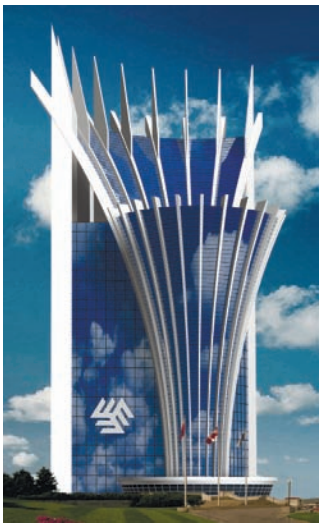


Рис. 15. Отсечение фрагментов гладкой поверхности исходной однослойной классической гиперболоидной модели. Третий вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича

На рисунке 16 б показана двухслойная гладкая гиперболоидная оболочка с отсечённым участком наружного слоя наклонной плоскостью, из-под которого выступает соосная внутренняя оболочка. Здесь выразительность композиции достигается за счёт выявления изящных дугообразных линий сечения, общего динамичного силуэта, а также встречных дугообразных контурных кромок завершения двух сопряжённых объёмов.

Разновидность способа предусматривает усечение верхнего слоя исходной двухслойной гиперболоидной оболочки системой параллельных наклонных плоскостей и последующее устранение участков верхнего слоя через один (рис. 17). Результирующая структура отличается выразительным пластическим рисунком оставшихся на внутреннем гиперболоидном объёме участков верхнего слоя.

Аппроксимация формы однополостного гиперболоида отсеками линейчатых развёртываемых поверхностей

Данный способ предусматривает задание составной формы гиперболоидных оболочек соединёнными по боковым криволинейным кромкам отсеками цилиндрических или конических поверхностей (рис. 18). Так, на рисунке 18 а представлена оболочка, образованная вогнутыми ленточными цилиндрическими полосами одинаковой ширины, которые чередуются с цилиндрическими отсеками такой же кривизны, имеющими вогнутую линзообразную конфигурацию. Такой вариант задания оболочки обусловливает снижение трудоёмкости её изготовления из однотипных сборных мелкоразмерных блоков прямоугольной конфигурации в случае её значительных размеров (градирня). В структуре оболочки смежные вогнутые ленточные полосы могут смыкаться друг с другом в точках на стрикционной линии гиперболоида (горловине). В результате между ними возникают верхние и нижние треугольные цилиндрические отсеки той же кривизны (рис. 18 б). Композиционная выразительность предложенных решений основана на пластической разработке поверхностей ленточных полос (мелкофактурная деталировка), а также возможности обустройства кольцевых галерей и сквозного пересечения гиперболоидной формы с приз-матическим горизонтальным объёмом (концепт на рис. 20 в). Дополняет указанные композиционные качества эффектный зубчатый силуэт башни.

Аппроксимация формы однополостного гиперболоида складчатыми развёртываемыми оболочками, содержащими плоские или изогнутые грани

Первый вариант способа. Эффектные гиперболоидные складчатые оболочки могут быть получены путём изгиба исходной плоской ленточной развёртки, где ширина ленты на противоположных концах является различной, и наклонные складки выполнены однонаправленными (рис. 19). Здесь закрученная форма сооружения определяет её композиционную динамичность и выразительное спиралеобразное остроугольное силуэтное завершение.

Второй вариант способа. Гиперболоидные формы также могут быть образованы путём кольцевого изгиба и соединения противолежащих кромок складчатой ленты одинаковой ширины, где складки выполнены наклонными к продольным сторонам ленты (рис. 20 а). В образованной таким способом оболочке (рис. 20 б) складки расположены по направлению



Рис. 16. Отсечение фрагментов поверхностей многослойной исходной гиперболоидной модели, образованной соосными подобными гиперболоидными объёмами, вставленными друг в друга. Разработки и рисунки А.В. Коротича

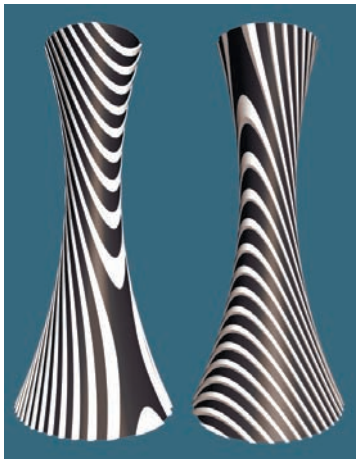


Рис. 17. Отсечение фрагментов поверхностей многослойной исходной гиперболоидной модели, образованной соосными подобными гиперболоидными объёмами, вставленными друг в друга. Разновидность способа. Разработка и рисунок А.В. Коротича

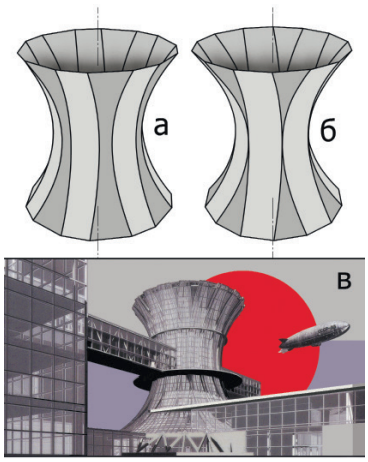


Рис. 18. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида отсеками линейчатых развёртываемых поверхностей. Разработки и рисунки С.Э. Плужниковой и А.В. Коротича

образующих одного из семейств, что определяет преднапряжённое линейное искривление граней и общую деформативность структуры – данное качество может использоваться при изготовлении опалубки железобетонных конструкций [5]. Если необходимо повысить общую жёсткость такой складчатой оболочки, в структуру модели вводятся трубчатые элементы внешнего каркаса, соединённые с наружными рёбрами складок и расположенные во встречном направлении по образующим второго семейства (рис. 20 в).

Образование кольцевых составных композиций с аппроксимацией общей формы однополостного гиперболоида складчатыми плоскогранными развёртываемыми оболочками

На рисунке 21 показаны варианты сплошных кольцевых гиперболоидных оболочек со складчатой развёртываемой поверхностью, включающей модульные шестиугольные складки. Последние могут иметь два диагональных параллельных ребра (рис. 21 а), либо включать одно центральное ребро (рис. 21 б) и стыкуются вдоль дуги (гиперболической образующей), определяя выразительную регулярную складчатую фактуру результирующих трубчатых форм.

Аппроксимация формы однополостного гиперболоида складчатыми оболочками, составленными из отсеков неразвёртываемых линейчатых поверхностей

Ребристые гиперболоидные формы могут быть образованы однотипными наклонными четырёхугольными отсеками линейчатых поверхностей трёх типов, вставленными между двумя смежными линейными образующими гиперболоида и соединёнными по боковым кромкам. Если параллельные противолежащие основания составной формы представляют собой подобные замкнутые многоугольники с прямыми сторонами, то составляющие элементы боковой поверхности представляют собой отсеки гиперболического параболоида с двумя семействами образующих (рис. 22 а). Если же одно из оснований оболочки очерчено окружностью, то составляющие элементы являются отсеками коноида (рис. 22 б). А если оба основания составной оболочки очерчены окружностями, то составляющие её элементы выполнены в виде отсеков цилиндроида (рис. 22 в). Полученные результирующие ребристые оболочки обладают повышенными прочностными и аэродинамическими качествами. Вместе с тем гиперболоидные формы могут аппроксимироваться встречными складками из гиперболических параболоидов (рис. 22 г), соединёнными по зигзагообразному серединному ребру из прямых отрезков, если основания – многоугольники [6], либо из коноидов (рис. 22 д: основания– окружности) или цилиндроидов (основания – окружности, а серединное зигзагообразное ребро составлено из кривых).

Образование составных композиций из решётчатых отсеков гиперболоидной оболочки, в том числе кольцевых, а также с аппроксимацией общей формы однополостного гиперболоида

Отсеки гиперболоидных оболочек могут представлять собой не только сплошную поверхность, но и выполняться



Рис. 19. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида складчатыми развёртываемыми оболочками, содержащими плоские или изогнутые грани. Первый вариант способа. Разработка и рисунок А.В. Коротича

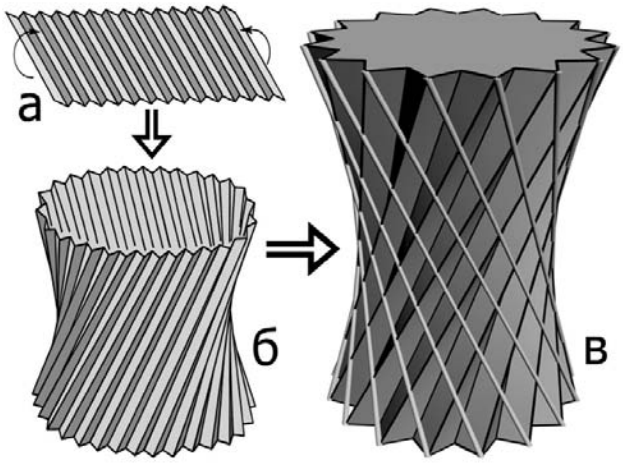


Рис. 20. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида складчатыми развёртываемыми оболочками, содержащими плоские или изогнутые грани. Второй вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича

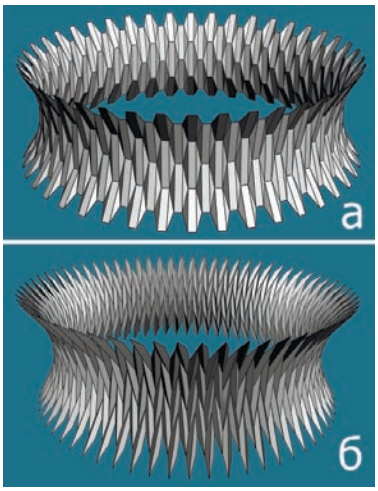


Рис. 21. Образование кольцевых составных композиций с аппроксимацией общей формы однополостного гиперболоида складчатыми плоскогранными развёртываемыми оболочками. Разработки и рисунки А.В. Коротича

решётчатыми. На рисунке 23 представлены кольцевидные составные композиции из гиперболоидных отсеков решётчатого типа с выделением линейчатых образующих одного семейства. При этом данные типовые решётчатые отсеки могут быть составлены радиально с образованием результирующих форм гиперболоидной (рис. 23 а) и эллипсоидальной конфигураций (рис. 23 б), а также многих других.

С использованием полученных авторами вышеописанных результирующих базовых форм гиперболоидных оболочек могут быть получены многоярусные/многозвенные составные структуры-гирлянды. (Технология формообразования таких структур является разновидностью способа, предложенного В.Г. Шуховым для моделирования многоярусных башен из гиперболоидных соосных звеньев). Здесь соосные ярусы-звенья последовательно сгруппированы вдоль оси сооружения, имеют различную величину и ориентированы соответствующими по размеру основаниями в одну сторону. При этом ярусы в совокупности могут аппроксимировать обобщённую гиперболоидную форму объекта.

Аппроксимация формы однополостного гиперболоида многоярусными/многозвенными составными структурами-гирляндами

Первый вариант способа. На рисунке 24 а показан комплекс водонапорных башен в виде зонтичных/консольных воронок, установленных на меньшее основание и включающих ленточные кольцевые складчатые ярусы, вплотную примыкающие друг к другу по замкнутым полигональным основаниям. Каждый ярус представляет собой скрученный призматоид с параллельными подобными основаниями и боковой складчатой поверхностью из треугольников. В результате целостная составная структура каждой воронки-гиперболоида имеет динамичную закрученную в одну сторону «вихревую» поверхность.

Второй пример – гиперболоидная многогранная башня (рис. 24 б), включающая кольцевые ярусы из разновеликих призматоидов (деформированных антипризм) с многогранной боковой поверхностью из треугольников, соединённых по торцевым кольцеобразным полигональным основаниям.

Второй вариант способа. В данном случае, в отличие от вышеописанных примеров, боковая скрученная поверхность каждого из разновеликих кольцевых ярусов (рис. 25 б) сборной гиперболоидной башни составлена из одинаковых отсеков поверхности гиперболического параболоида и образована сжатием вдоль оси исходной модели (рис. 25 а). Результирующая составная гиперболоидная оболочка (рис. 25 в) обладает не только выразительными визуальными качествами, но и повышенной местной жёсткостью, которая сочетается с высокими аэродинамическими свойствами фактурной поверхности [7].

Третий вариант способа. Башенная структура промышленного теплообменника-градирни (рис. 26) образована ритмически расположенными соосными автономными разновеликими ярусами, последовательно вставленными друг в друга с зазором и в совокупности аппроксимирующими ступенчатую гиперболоидную форму. Каждый ярус содержит внешнюю тонкостенную коническую оболочку, обращённую меньшим основанием вверх и сопряжённую по меньшему основанию с внутренней оболочкой, имеющей обратную ориентацию. Композицию такого многоярусного сооружения отличает не только техническая эффективность (повышенная интенсивность охлаждения теплоносителя [8]), но и выразительный

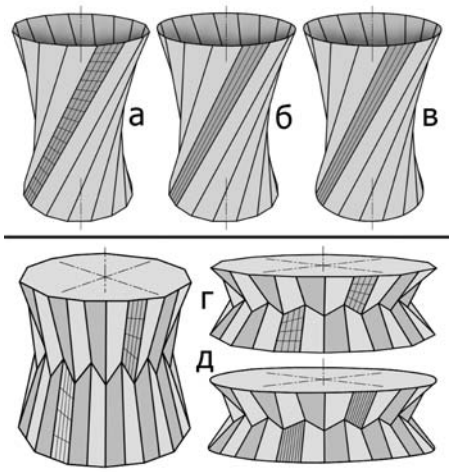


Рис. 22. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида складчатыми оболочками, составленными из отсеков неразвёртываемых линейчатых поверхностей. Разработки и рисунки А.В. Коротича и С.Э.Плужниковой

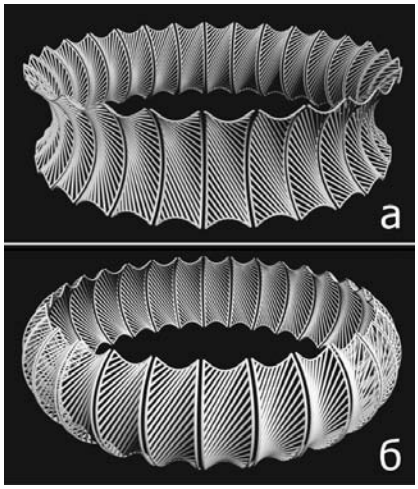


Рис. 23. Образование составных композиций из решетчатых отсеков гиперболоидной оболочки, в том числе. кольцевых, а также с аппроксимацией общей формы однополостного гиперболоида. Разработки и рисунки А.В. Коротича

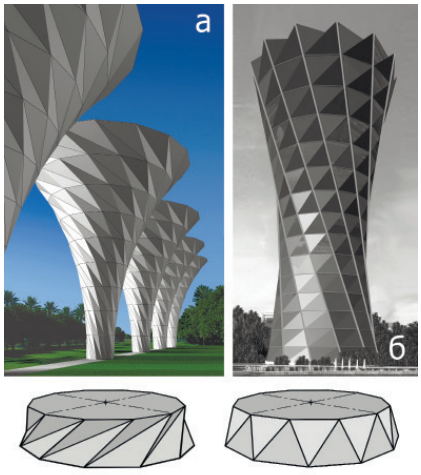


Рис. 24. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида многоярусными/многозвенными составными структурами-гирляндами. Первый вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича

ступенчатый силуэт объекта, способствующий организации эффектного ночного светодизайна.

Вместе с тем необходимо отметить, что возможности многовариантного моделирования различных многозвенных архитектурных форм на основе описанных базовых гиперболоидных оболочек отнюдь не ограничиваются условием обязательного создания обобщённой гиперболоидной формы объекта.

Композиционное моделирование многоярусных/многозвенных составных структур-гирлянд произвольного очертания с использованием отсеков поверхности однополостного гиперболоида

Композиция башенного сооружения (рис. 27) образована соосными подобными ярусами-звеньями, последовательно установленными друг на друга и убывающими по величине от основания к вершине. Каждый ярус представляет собой зонтичный/консольный отсек гладкой гиперболоидной поверхности с большим верхним основанием, а верхняя часть яруса имеет трёхкратное ритмическое повторение. Вся гирлянда соосных ярусов сооружения охвачена боковыми изогнутыми рёбрами, стабилизирующими статическую работу каркаса конструкции. Пластическую выразительность представленной составной композиции определяют: ориентация ярусов в гирлянде консольными раструбами вверх, где регулярный ритм последовательно «вырастающих» друг из друга элементов воплощает «динамику раскрытия» и придаёт структуре природообразый облик; общий динамичный силуэт составной структуры, определяемый очертанием боковых изогнутых рёбер, сомкнутых в центральной осевой вершине; трёхкратная ритмическая трансляция верхнего участка в структуре каждого гиперболоидного яруса; возможность различного фактурного оформления зонтичной оболочки ярусов (витражные декоративные или солнцезащитные решётки с различным рисунком, ритмически чередующиеся кольцевые полосы и др.); возможность организации эффектного ночного светодизайна, где каждый из ярусов может быть выделен своим цветом.

Заключение

В работе обобщены и систематизированы известные и разработанные авторами способы моделирования актуальных архитектурных форм зданий и сооружений с использованием оболочек однополостного гиперболоида как выразительной композиционной основы современных произведений архитектуры. Представленные в статье конкретные авторские алгоритмы моделирования, результирующие оболочки и архитектурно-художественные концепты с их использованием являют собой новые инструменты, расширяющие палитру выразительных средств современной архитектуры, где эстетика формы и её техническая эффективность – главные исходные мотивы авторского формотворчества.

Пластическая выразительность – одно из ключевых понятий теории и практики формообразования в русле современной архитектуры, определяющее эстетическую состоятельность и, соответственно, эмоциональную окраску искусственной среды жизнедеятельности. Прошедшую сквозь века архитектурную форму однополостного гиперболоида, получившую самые различные объёмно-декоративные и конструктивные интерпретации, в том числе в творчестве всемирно известных зодчих и проектных бюро, можно считать актуальной альтернативой массовой унылой и заурядной прямоугольной «контейнерной» архитектуре категории «коммерческой недвижимости», задавшей новые эстетические стандарты пластического искусства в сфере мирового зодчества. В нашей стране исходной точкой развития гиперболоидной архитектуры в общем процессе её

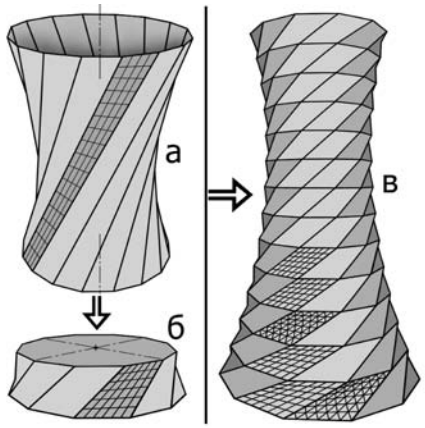


Рис. 25. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида многоярусными/многозвенными составными структурами-гирляндами. Второй вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича

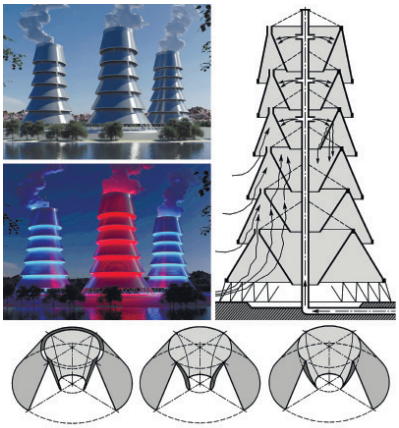


Рис. 26. Аппроксимация формы однополостного гиперболоида многоярусными/многозвенными составными структурами-гирляндами. Третий вариант способа. Разработки и рисунки А.В. Коротича



Рис. 27. Композиционное моделирование многоярусных/многозвенных составных структур-гирлянд произвольного очертания с использованием отсеков поверхности однополостного гиперболоида. Разработки и рисунки А. Коротича

эволюции явилось зодчество советского авангарда: мастерами конструктивизма (И.И. Леонидовым, В.Г. Шуховым) были созданы выдающиеся произведения, изображения и описания которых опубликованы в научных и популярных книгах, учебниках и туристических проспектах во многих странах мира.

Процессы формообразования в мировом зодчестве никогда не прерывались, и в дальнейшем откроются новые перспективные возможности повышения пластической выразительности градостроительной среды с использованием новых типов эстетически совершенных и технически эффективных гиперболоидных оболочек в зданиях и сооружениях широкой типологической номенклатуры.

Список источников / References

1. *Хан-Магомедов, С.О.* Иван Леонидов. М. : Фонд "Русский авангард", 2010. 368 с. (Кумиры авангарда)

Khan-Magomedov S.O. Ivan Leonidov. Moscow, “Russian Avant-Garde”, 2010, 368 p. (Idols of the Avant-Garde) (In Russ.)

2. Gaudi. La busqueda de la forma: espacio, geometría, estructura y construcción / ред. Daniel Giralt-Miracle. Barcelona : Lunwerg, 2002. 166 s.

Daniel Giralt-Miracle (ed.). Gaudi. La busqueda dela forma: espacio, geometría, estructura y construcción. Barcelona, Lunwerg, 2002. 166 s. (In Spanish)

3. *Фролова, Е.А.* 100 самых удивительных достижений современной архитектуры / Е.А.Фролова. М. : Эксмо, 2011. 232 с.

Frolova E.A. 100 Most Amazing Achievements of Modern Architecture. Moscow, Eksmo Publ., 2011, 232 p.

4. *Коротич, А.В.* Небоскрёб как произведение пластического искусства : монография / А.В. Коротич. Екатеринбург : Архитектон, 2018. 404 с.

Korotich A.V. A Skyscraper as a Work of Plastic Art, a monograph. Ekaterinburg, Architecton Publ., 2018. 404 p. (In Russ.)

5. *Коротич, А.В.* Способ изготовления опалубки гиперболических оболочек : А.с. 1645418 СССР, МКИ Е04G 11/04. № 4626794/33 Опубл.30.04.91, бюл. № 16.

Korotich A.V. Method of Manufacturing the Formwork of Hyperbolic Shells, Copyright Certificate № 1645418 USSR, MCI E04G 11/04. Publ. 30.04.91, Byul. no. 16.

6. *Коротич, А.В.* Оболочка сборная : патент РФ № 92069, МПК Е04Н 5/12; Е04В 7/10. Опубл. 10.03.10; бюл. № 7.

Korotich A.V. Shell Combined, Patent RF 92069 RUS, IPC E04N 5/12; E04B 7/10. Publ. 10.03.10, Byul. no. 7.

7. *Коротич А.В.*, Коротич М.А. Оболочка высотного здания или сооружения : патент РФ № 105321, МПК Е04В 1/24; Е04Н 5/12. Опубл. 10.06.11, бюл. № 16.

Korotich A.V., Korotich M.A. The Shell of a High-Rise Building or Structure, Patent RF №105321 RUS, IPC E04B 1/24; E04H 5/12, Publ.10.06.11, Byul. no. 16.

8. *Коротич А.В.* Сооружение : патент РФ № 116543, МПК Е04Н 5/12. Опубл. 27.05.12, бюл. № 15.

Korotich A.V. Construction. Patent RF №116543 RUS, IPC E04N 5/12. Publ.05/27/12, Byul. no. 15.

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 49–55.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 49–55.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 728.2.012.26
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-49-55

Государственная поддержка и нормативные инструменты развития экологической мало- и среднеэтажной жилой застройки

Алимова Дария Николаевна (Москва). Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Эл. почта: alimovadaria@yandex.ru

Воличенко Ольга Владимировна (Москва). Доктор архитектуры, профессор, советник РААСН, Национальный исследовательский московский государственный строительный университет. Эл. почта: wolitschenko@mail.ru

Аннотация. В крупных городах России экологическая повестка в жилищном строительстве всё чаще рассматривается как необходимое условие управляемого развития городской среды при повышении плотности населения, усложнении инженерной инфраструктуры и повышении требований к санитарно-гигиеническим параметрам жилья. Сегмент мало- и среднеэтажной жилой застройки особо чувствителен к системе государственной поддержки, включающей нормативные, процедурные, стандартизационные и финансовые механизмы: экономические эффекты энергоэффективности, водосбережения и «зелёных» решений проявляются на длительном цикле эксплуатации, тогда как инвестиционная нагрузка концентрируется на этапе проектирования и строительства. В статье рассматривается, каким образом нормативно-правовой контур, инструменты стандартизации, механизмы территориального развития формируют условия внедрения экологических решений в мало- и среднеэтажную жилую застройку. Предлагается модель государственной поддержки, ориентированная на снижение неопределённости и административной нагрузки, сохранение измеримости экологических результатов, а также на встраивание «зелёных» критериев в процедуры градостроительного регулирования.

Ключевые слова: экологическая архитектура, мало- и среднеэтажная застройка, государственная поддержка

Для цитирования. Алимова Д.Н., Воличенко О.В. Государственная поддержка и нормативные инструменты развития экологической мало- и среднеэтажной жилой архитектуры // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 49–55. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-49-55.

State Support and Regulatory Instruments for the Development of Ecological Low- and Medium-Rise Residential Architecture

Alimova Dariia Nikolaevna (Moscow). The Peoples' Friendship University of Russia. E-mail: alimovadaria@yandex.ru

Volichenko Olga Vladimirovna (Moscow). Doctor of Sciences inArchitecture, Professor, Adviser of RAACS. National Research Moscow State University of Civil Engineering. E-mail: wolitschenko@mail.ru

Abstract. The paper examines how public support and regulatory instruments shape the implementation of environmental solutions in low- and mid-rise residential architecture. The study treats state support as an integrated system that links legal norms, standardization tools, territorial development mechanisms and green finance.

© Алимова Д.Н., Воличенко О.В., 2026.

A model of public support is proposed that reduces uncertainty and transaction costs for design and development teams while keeping environmental outcomes measurable and embedding green criteria into urban regulation, integrated territorial development agreements and financial incentives.

Keywords: green building, low- and medium-rise architecture, state support

For citation. Alimova D.N., Volichenko O.V. State Support and Regulatory Instruments for the Development of Ecological Low- and Medium-Rise Residential Architecture. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 49–55, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-49-55.

Введение

Экологические подходы к жилищному строительству в крупных городах России сегодня выражаются в целях и показателях стратегического планирования, в требованиях градостроительного регулирования и технического нормирования, а также в критериях устойчивого финансирования. Однако согласованность этих «языков» остаётся преимущественно декларативной, пока экологические цели не переведены в проектные параметры, доказательные процедуры и проверяемые результаты. В архитектурной практике это проявляется как институциональный разрыв: экологические решения технически возможны, но не закреплены в обязательных и процедурных контурах таким образом, чтобы быть экономически рациональными и юридически защищёнными на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Для мало- и среднеэтажной жилой застройки этот разрыв оказывается особенно значимым [1]. Экологический эффект здесь формируется в течение длительного периода эксплуатации – через микроклимат дворов, водный режим территории, ресурсопотребление и качество среды повседневной мобильности, – тогда как инвестиционная нагрузка и риски концентрируются на этапах проектирования и строительства [2]. Следовательно, государственная поддержка должна рассматриваться не как набор разрозненных мер, а как институциональная модель, которая снижает неопределённость, распределяет ответственность и обеспечивает измеримость экологического результата.

В последние годы в России сложились предпосылки для реализации такого подхода: введены национальные «зелёные» стандарты оценки жилых зданий, а также нормативно закреплены критерии проектов устойчивого развития и требования к их верификации [3]. Эти документы формируют возможность перехода от риторики экологичности к параметризованным требованиям, которые могут включаться в задания на проектирование, процедуры контроля и финансовые условия.

Цель настоящей статьи – предложить нормативно-институциональную модель государственной поддержки экологической мало- и среднеэтажной жилой архитектуры как согласованную систему без институциональных разрывов.

Анализ нормативно-институциональной системы государственной поддержки

Исследование опирается на междисциплинарный подход и включает три уровня анализа (табл. 1). На первом – декларируется нормативный каркас экологической архитектуры, выявляется, какие экологические параметры признаются существенными, как они формализуются и каким образом могут быть встроены в систему требований. На втором уровне анализируется институциональная связь между регулятором, архитектором и девелопером, определяется, какие регуляторные разрывы возникают при попытке внедрения экологических решений.

На третьем – проводится сопоставление теоретических выводов с реализованными архитектурно-проектными решениями. В качестве исследовательских примеров рассматриваются конкретные объекты жилой архитектуры, в которых экологический эффект был достигнут через согласование планировочных, инженерных и управленческих подходов.

Актуальность внимания к мало- и среднеэтажной застройке в настоящее время обусловлена наличием наиболее выраженных для этого типологического сегмента двух конфликтующих тенденций: стремления повысить локальную экологичность (озеленение, снижение средней высотности застройки, управляемый микроклимат двора) и необходимости обеспечить системную устойчивость (транспортную связанность, инфраструктурную обеспеченность, контролируемую эксплуатацию). Следовательно, государственная поддержка должна быть направлена не на добавление отдельных технологий, а на комплексное создание условий, при которых экологическое качество становится воспроизводимым результатом проектного процесса.

Нормативно-институциональная модель государственной поддержки

Для мало- и среднеэтажной застройки экологический результат формируется на длинном контуре жизненного



Рис. 1. Нормативно-институциональная модель государственной поддержки. Авторы: Алимова Д.Н., Воличенко О.В.

цикла [4]. Поэтому «поддержка» в строгом смысле должна пониматься как согласованный набор правил и процедур, позволяющий переводить цели экологической политики в проверяемые проектные требования и в измеримый результат.

Нормативно-институциональная модель господдержки описывается тремя взаимосвязанными слоями (рис. 1). Первый слой задаётся обязательными нормами градостроительного проектирования, формирующими минимально допустимый уровень качества строительства и ресурсной эффективности.

Принципиально важно, что первый слой не является универсальным. В мало- и среднеэтажных морфотипах доля ограждающих конструкций относительно общей площади выше, а тепловой контур пространственно рассредоточен, из-за чего параметры теплозащиты, вентиляции и учёта ресурсов напрямую определяют не только эксплуатационные расходы, но и экологическую «себестоимость» среды [5] (рис. 2).

Второй слой образует инструментарий стандартизации и комплексной оценки (рис. 3). Эта часть модели фиксируется национальными «зелёными» стандартами ГОСТ Р 70346-2022

[1] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.



а)



б)

Рис. 2[1]. Реализация требований первого слоя нормативно-институциональной модели: а) схема требований к экологическим характеристикам жилой застройки на примере стратегии городского совета Ексетера, Великобритания. Авторы: Д.Н. Алимова, О.В. Воличенко; б) энергоэффективный дом дополнительного ухода «Эдвардс корт» (Edward's Court) в Лондоне, реализованный городским советом Ексетера

Таблица 1. Состав источников и исследовательские процедуры (уровни анализа и ожидаемые выходы)

Уровень	Группа источников	Ключевые документы	Что извлекалось для исследования
1.	Нормативно-правовые акты РФ (обязательный контур регулирования)	ФЗ № 261-ФЗ; Градостроительный кодекс РФ; подзаконные акты Правительства РФ и профильных ведомств	Обязательные требования и ограничения; распределение полномочий; процедуры; юридические основания
	Национальные стандарты и методики оценки качества (операционализация критериев)	ГОСТ Р 70346-2022; ГОСТ Р 71392-2024; смежные СП/ГОСТ по микроклимату, энергоэффективности, водоотведению, благоустройству и озеленению	Система критериев; состав доказательной базы; требования к расчётам и мониторингу
2.	Документы «зелёного» финансирования и верификации (финансово-процедурный контур)	ПП РФ №1587; методические документы о «зелёной» таксономии; опыт размещения «зелёных» облигаций и кредитных продуктов с ESG-условиями	Условия признания проекта «зелёным»; требуемые подтверждения и отчётность
3.	Открытые данные и материалы реализованной российской практики экологической архитектуры	Проекты территориального развития и документация по публичным процедурам; материалы о реализации энергоэффективных и благоустроительных решений в жилой архитектуре	Типовые проектные решения и их ограничения; практика включения требований в ТЗ и контракты; проблемные точки внедрения экологических инициатив
	Международные реализованные проекты устойчивых районов (сравнительный контур)	Отчёты и публикации по устойчивым жилым районам и их управлению	Связка «пространственная модель – инженерный контур – управление»; роль муниципальной политики, нормирования, субсидий и т.д.
	Научная литература и аналитические обзоры (теоретико-концептуальный контур)	Публикации по устойчивому развитию, жизненному циклу здания, управлению городскими программами; исследования о барьерах внедрения экостандартов и механизмах стимулирования	Интерпретация эффектов и ограничений; методологические рамки

для многоквартирных жилых зданий[2] и ГОСТ Р 71392-2024 для индивидуального жилищного строительства[3].

Многокритериальная структура экологических стандартов важна и методологически. Она ориентирована на создание целого комплекса экологических решений, что приближает архитектурную практику к жизненно-цикловому подходу [6].

Третий слой модели включает процедуры государственного управления и финансового регулирования, благодаря которым критерии второго слоя приобретают экономически значимый стимул (рис. 4). Постановление Правительства РФ № 1587[4], закрепившее критерии проектов устойчивого (в том числе «зелёного») развития и требования к их верификации, формирует связку между проектной доказательной базой и условиями привлечения капитала, поскольку экологические характеристики становятся предметом инспекции [7].

Вместе с тем именно на уровне процедур выявляется «слепая зона» традиционного регулирования. Не учитываются процессы, лежащие на стыке градостроительных, природоохранных и эксплуатационных требований (поверхностный сток, микроклимат дворов, озеленение) [8]. Следовательно, модель поддержки должна включать методическое обеспечение и типовые протоколы подтверждения, чтобы биоклиматические и средовые решения воспринимались не как риск, а как воспроизводимая практика. В итоге нормативно-институциональная модель может быть описана как матрица согласования требований по стадиям жизненного цикла, где обязательные нормы задают нижнюю границу, стандарты – измеримый профиль качества, а процедуры и верификация – механизм закрепления результата.

Проектные последствия и направления совершенствования государственной поддержки

На уровне пространственной организации мало- и среднеэтажных комплексов система государственной поддержки, выстроенная как нормативно-институциональная модель, смещает фокус с точечных «эко-приёмов» на воспроизводимую средовую модель. Для такого морфотипа принципиальны не столько отдельные инженерные решения, сколько баланс плотности и проницаемости, формирование непрерывного «зелёного» каркаса, сохранение или создание условий для благоприятного микроклимата дворовых пространств, а также снижение зависимости от транспортной мобильности на уровне повседневных маршрутов [9–11] (табл. 2). Параметризация этих аспектов через стандарты оценки позволяет переводить их в проектные требования.



а)



б)

Рис. 3. Реализация требований второго слоя нормативно-институциональной модели: а) схема применения экологических требований и процедур оценки. Авторы: Д.Н. Алимова, О.В. Воличенко; б) первый в России энергоэффективный жилой дом, получивший сертификат немецкого Института пассивного дома и построенный по международным стандартам экологической сертификации зданий LEED, BREEAM и DGNB



Рис. 4. Схема реализации требований третьего слоя нормативно-институциональной модели. Авторы: Д.Н. Алимова, О.В. Воличенко

[2] ГОСТ Р 70346-2022. «Зелёные» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зелёные». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации» (https://docs.cntd.ru/document/1200193111).

[3] ГОСТ Р 71392-2024. «Зелёные» стандарты. «Зелёное» индивидуальное жилищное строительство. Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации» (https://docs.cntd.ru/document/1306224563).

[4] Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации (http://government.ru/docs/all/136742/).

Таблица 2. Типология архитектуры малой и средней этажности и средовые факторы в фокусе исследования (на примере Москвы и Московской обл.)

Морфотип и основные параметры	Реализованные объекты	Локальная экологичность	Системная устойчивость
Индивидуальная усадебная застройка. 1-3 этажа	 КП «Княжье Озеро», Истринский р-н, Московская обл.  КП «Резиденции Бенилюкс», Истринский р-н, Московская обл.	Высокий потенциал биоклиматического комфорта. Критически важны государственные решения по водному режиму участка и уходу за зелёными структурами	Дорожно-транспортная инфраструктура остаётся неполной и требует плотной связи с общей областной инфраструктурой. Эксплуатационная управляемость фрагментирована
Блокированная застройка (таунхаусы, дуплексы). 2-3 этажа, компактные блоки	 Поселок таунхаусов «Каскад Парк», г. Подольск, Московская обл.  ЖК/КП «Эдем», Куркинское шоссе, Московская обл.	Локальная экологичность выражена умеренно. Устойчивость микроклимата дворов зависит от баланса нагрузки на внутридворовую и прилегающую транспортную инфраструктуру	Есть транспортная связанность с областью. Социальная инфраструктура реализуется поэтапно. Эксплуатация единая, управляемая
Малоэтажные многоквартирные дома. 3-5 этажей, секционные корпуса	 ЖК «Новогорск Парк», г. Химки, Московская обл.  ЖК «Мечта», с. Озерецкое, Московская обл.	Потенциал локальной экологичности высокий. Возможно устойчивое формирование микроклимата, снижение перегрева и ветрового дискомфорта, рост доли озеленённых поверхностей	Системная устойчивость неоднородна. Возрастает маятниковая мобильность. Эксплуатационный контроль централизован
Смешанный мало- и среднеэтажный жилой комплекс. 3-9 этажей	 ЖК «Андерсен», Москва	Разность высот позволяет распределять доминанты и формировать защищённые дворы, сохраняя «человеческий масштаб». При росте плотности повышается чувствительность к нормативам инсоляции, шумозащиты и парковочного баланса. Озеленение и микроклимат требуют проектной параметризации	Системная устойчивость определяется синхронностью ввода соцобъектов и транспорта. Эксплуатация централизована
Среднеэтажный городской квартал. 5-9 этажей, квартальная структура	 Жилой квартал «SREDA», Москва	Локальная экологичность достигается через дворы без машин, достаточную долю озеленения, водный режим и проницаемость кварталов	Транспортная доступность и инфраструктурная обеспеченность включены в городские сети. Эксплуатация централизована

Инженерные решения в мало- и среднеэтажной застройке также приобретают иной статус. Более востребованными оказываются решения, снижающие пиковые нагрузки и обеспечивающие управляемость потребления ресурсов [10–13]. Масштабирование таких решений ограничивается нормативной неопределённостью и отсутствием типовых протоколов расчёта, наладки и обслуживания. Поэтому направлением совершенствования поддержки со стороны государства становится развитие стандартизированных методик и типовых технических решений, в которых допустима апробация биоклиматических и ресурсосберегающих технологий при сохранении измеримости результата [14].

Жизненно-цикловая логика экологизации архитектуры требует институционального «замыкания» на стадии эксплуатации [12; 15]. Следовательно, государственная поддержка должна включать и требования к эксплуатационному мониторингу [16].

Заключение

В России складывается объективная институциональная основа для перехода от фрагментарных «зелёных» инициатив к воспроизводимой практике. Такие реализованные инструменты, как национальные стандарты оценки «зелёных» жилых зданий и таксономия проектов устойчивого развития формируют базу для создания общего языка критериев и дают возможность связать архитектурные решения с финансовыми стимулами и процедурами регулирования.

Сопоставление с реализованными международными практиками показывает, что ключевой вклад государства – создание средовой инфраструктуры устойчивости. Для российских мегаполисов это означает необходимость перехода от поддержки отдельных экоориентированных архитектурных проектов к поддержке целых районов, где мало- и среднеэтажная застройка выступает пространственным каркасом, а экологические решения интегрируются в систему общественных пространств, инженерной инфраструктуры и повседневной мобильности.

В перспективе именно целевая господдержка в рамках модели способна сделать экологическую мало- и среднеэтажную жилую архитектуру не исключением, а нормой формирования устойчивой городской среды.

Список источников / References

1. *Петрова, З.К.* Малоэтажная застройка и ландшафтный урбанизм – постиндустриальный этап градостроительства / З.К. Петрова, В.О. Долгова // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2020 году : Сборник научных трудов РААСН : в 2 томах. М : АСВ, 2021. С. 321–330.

Petrova Z.K., Dolgova V.O. Low-Rise Development and Landscape Urbanism – a Post-Industrial Stage of Urban Planning. In: *Fundamental Search and Applied Research of the RAASN on Scientific Support for the Development of Architecture, Urban Planning and the Construction Industry of the Russian Federation. 2020*, Collection of Scientific works of RAACS, In 2 volumes. Vol. 1. Moscow, ASV Publ., 2021, pp. 321–330. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. *Colding J.* An Urban Ecology Critique on the «Smart City» Model / J. Colding, S. Barthel. DOI 10.1016/2017.06.191 // J. Clean Prod 164 (Supplement C). 2017. P. 95–101.

Colding J., Barthel S. An Urban Ecology Critique on the «Smart City» Model. In: *J. Clean Prod 164* (Supplement C), 2017, pp. 95–101. DOI 10.1016/2017.06.191. (In Engl.)

3. Зелёная сертификация жилых зданий в контексте устойчивого развития / С.Г. Шеина, Н.П. Умнякова, Г.А. Живоглядов [и др.]. DOI 10.31659/0044-4472-2024-6-43-48 // Жилищное строительство. 2024. № 6. С. 43–48.

Sheina S.G., Umnyakova N.P., Zhivoglyadov G.A., Balashov R.V., Shakhiev R.D. Green Certification of Residential Buildings in the Context of Sustainable Development. In: *Housing Construction*, 2024, no. 6, pp. 43–48. DOI 10.31659/0044-4472-2024-6-43-48. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. *Смирнов, Л.Н.* Экология малоэтажного жилого дома и окружающего участка : учебное пособие / Л.Н. Смирнов, Л.Н. Першинова. Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2021.

Smirnov L.N., Pershinova L.N. Ecology of a Low-Rise Residential Building and Its Surrounding Area. Ekaterinburg, Ural State University of Architecture and Art, 2021, 119 p. (In Russ.)

5. *Berardi, U.* Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings / U. Berardi. DOI 10.1002/sd.532 // Sustainable Development. 2012. Vol. 20, №. 6. P. 411–424.

Berardi, U. Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings. In: *Sustainable Development*, 2012, vol. 20, no. 6, pp. 411–424. DOI 10.1002/sd.532. (In Engl.)

6. *Алимова, Д.Н.* Сравнительный анализ международных экологических стандартов, регулирующих процессы «зелёного» строительства / Д.Н. Алимова, М.В. Перькова. DOI 10.34031/2071-7318-2023-8-4-55-66 // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2023. № 4. С. 55–66.

Alimova D.N., Perkova M.V. Comparative Analysis of International Standards for Green Building. In: *Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhov*, 2023, no. 4, pp. 55–66. DOI 10.34031/2071-7318-2023-8-4-55-66. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. *Сухинина, А.Е.* Формирование энергосберегающей архитектурно-градостроительной среды на основе экологических стандартов / А.Е. Сухинина. DOI 10.24412/1998-4839-2021-4-355-376 // Архитектура и современные информационные технологии. 2021. № 4 (57). С. 355–376.

Sukninina A.E. Environmental Standards Based Energy-Saving Architectural and Urban Environment Design. In:

Architecture and Modern Information Technologies, 2021, no. 4 (57), pp. 355–376. DOI 10.24412/1998-4839-2021-4-355-376. (In Russ., abstr. in Engl.)

8. *Волкова, Е.М.* Стандартизация и техническое регулирование архитектурно-строительной деятельности в России / Международная научная конференция: "Стандартизация и техническое регулирование: современное состояние и перспективы развития" / Е.М. Волкова // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 6 (58). С. 143–152. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44617119 (дата обращения 07.08.2026).

Voklova E.M. Standardization and Technical Regulation of Architectural and Construction Activities in Russia. In: *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation*, 2020, no. 6 (58), pp. 143–152. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44617119 (Accessed 08/07/2026). (In Russ., abstr. in Engl.)

9. *Воличенко, О.В.* Урбанизированный ландшафт в экологическом проектировании / О.В. Воличенко, В.И. Колчунов. DOI 10.21869/2311-1518-2023-44-4-2-13 // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. № 4 (44). С. 2–13.

Volichenko O.V., Kolchunov V.I. Urban Landscape in Environmental Design. In: *Biospheric Compatibility: Human, Region, Technologies*, 2023, no. 4 (44), pp. 2–13. DOI 10.21869/2311-1518-2023-44-4-2-13. (In Russ., abstr. in Engl.)

10. *Emmanuel, U.* Life Cycle Energy Assessment (LCEA) Approach: A Prospect for Sustainable Architecture in Developing Countries / U. Emmanuel, Ch.B. Chukwuemeka, K.Ch. Kalu. DOI 10.13189/cea.2020.080505 // Civil Engineering and Architecture. 2020. Vol. 8, № 5. P. 777–791.

Emmanuel U., Chukwuemeka Ch.B., Kalu K.Ch. Life Cycle Energy Assessment (LCEA) Approach: A Prospect for Sustainable Architecture in Developing Countries. In: *Civil Engineering and Architecture*, 2020, vol. 8, no. 5, pp. 777–791. DOI 10.13189/cea.2020.080505. (In Engl.)

11. *Скобелев, Д.О.* Политика повышения ресурсоэффективности и формирование экономики замкнутого цикла / Д.О. Скобелев, С.В. Федосеев. DOI 10.24412/1993-8780-2021-3-05-14 // Компетентность. 2021. № 3. С. 5–13.

Skobelev D.O., Fedoseev S.V. Resource Efficiency Policy and Circular Economy Development. In: *Competency (Russia)*, 2021, no. 3, pp. 5–13. DOI 10.24412/1993-8780-2021-3-05-14. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. *Иовлев, В.И.* Архитектурное пространство и экология : монография / В.И. Иовлев. Екатеринбург : Архитектон, 2006. 298 с.

Iovlev V.I. Architectural Space and Ecology, Monograph. Ekaterinburg, Architecton Publ., 2006, 298 p. (In Russ.)

13. *Алмакаева, Э.Ф.* Мировой опыт проектирования зданий с использованием энергоэффективных технологий строительства / Э.Ф. Алмакаева, Ф.М. Алмакаева. DOI 10.34925/EIP.2020.116.3.219 // Экономика и предпринимательство. 2020. № 3 (116). С. 1034–1037.

Almakaeva E.F., Almakaeva F.M. World Experience in Building Design Using Energyefficient Building Technologies. In: *Journal of Economy and Entrepreneur-ship*, 2020, no. 3 (116), pp. 1034–1037. DOI 10.34925/EIP.2020.116.3.219. (In Russ., abstr. in Engl.)

14. *Матвеева, М.В.* ESG-принципы в девелопменте / М.В. Матвеева, М.А. Кустова, О.А. Безруких. DOI 10.17150/2411-6262.2023.14(2).571-584 // Baikal Research Journal. 2023. Т. 14, № 2. С. 571–584.

Matveeva M.V., Kustova M.A., Bezrukikh O.A. ESG-Principles in Development. In: *Baikal Research Journal*, 2023, vol. 14, no. 2, pp. 571–584. DOI 10.17150/2411-6262.2023.14(2).571–584. (In Russ., abstr. in Engl.)

15. *Теличенко, В.И.* Актуальное состояние системы технического регулирования в области «зелёного» строительства / В.И. Теличенко, А.А. Бенуж, Н.С. Рудь. DOI 10.33622/0869-7019.2023.11.91-96 // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 11. С. 91–96.

Telichenko V.I., Benuzh A.A., Rud N.S. The Current State of the Technical Regulation System in the Field of Green Construction. In: *Industrial and Civil Engeneering*, 2023, no. 11, pp. 91–96. DOI 10.33622/0869-7019.2023.11.91-96. (In Russ., abstr. in Engl.)

16. *Рынковская, М.И.* Процесс адаптации международных концепций устойчивого строительства в России / М.И. Рынковская, Е.Д. Цурин. DOI 10.17673/Vestnik.2023.01.21// Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1 (50). С. 166–176.

Rynkovskaya M.I., Tsurin E.D. Process of Adapting International Concepts of Sustainable Construction in Russia. In: *Urban Construction and Architecture*, 2023, vol. 1, no. 50, pp. 166–176. DOI 10.17673/Vestnik.2023.01.21. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 56–65.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 56–65.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 711.168:711.00
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-56-65

Градостроительные проблемы и перспективы жилищного строительства в Российской Федерации

Спирин Павел Павлович (Санкт-Петербург). Кандидат географических наук, академик РААСН. Научно-исследовательский институт перспективного градостроительства; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Эл. почта: pavelsp@list.ru

Аннотация. История освоения территории нашего государства напрямую связана с вопросами военной безопасности, развития разных сфер экономики, строительства инженерно-транспортной инфраструктуры, создания центров культурно-духовного просвещения. Данный процесс освоения территорий всегда сопровождало жилищное строительство как важное условие создания стабильной градообразующей базы территории, мест приложения труда и появления постоянного населения. В настоящей статье детально анализируются процессы механического движения населения России и его концентрации в отдельных регионах европейской части России, что усугубляет проблемы сокращения численности населения малых и средних городов. Обоснование и определение необходимых градостроительных мероприятий для исправления негативной тенденции являются предметом данной статьи.

Ключевые слова: экономико-расселенческий каркас, градообразующая база, принципы градостроительного развития, комплексное развитие территорий, градостроительный потенциал, система расселения, агломерация

Для цитирования. Спирин П.П. Градостроительные проблемы и перспективы жилищного строительства в Российской Федерации // Academia. Архитектура и строительство. № 3. С. 56–65. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-56-65.

Urban Planning Challenges and Prospects for Housing Construction in the Russian Federation

Spirin Pavel P. (Saint-Petersburg). Candidate of Sciences in Geography, Academician of RAACS. Scientific Research Institute of Perspective Urban Development; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; The Institute for Research and Design of the Ministry of Con struction and Housing and Communal Services of Russia. E-mail: pavelsp@list.ru

Abstract. The history of territorial development in Russia has been directly associated with military security, the development of various sectors of the economy, the construction of engineering and transport infrastructure, and the establishment of centers of cultural and spiritual education. This process of territorial development has always been accompanied by housing construction as an essential condition for establishing a stable city-forming base, creating employment opportunities, and attracting a permanent population. The article provides a detailed analysis of population migration within Russia and its concentration in certain regions of European Russia, which exacerbates population decline in small and medium-sized cities. The article seeks to substantiate and identify the urban planning measures required to reverse this negative trend.

© Спирин П.П., 2026

Keywords: economic and settlement framework, city-forming base, principles of urban development, integrated territorial development, urban development potential, settlement system, urban agglomeration

For citation. Spirin P.P. Urban Planning Challenges and Prospects for Housing Construction in the Russian Federation. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 56–65, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-56-65.

Исследуя в ретроспективе процессы пространственного развития страны, можно выявить характерную особенность разуплотнения поселений европейской части России и стимулирование переселения экономически активных жителей в другие регионы страны, преимущественно восточного и южного направлений. Данное движение во многом являлось государствоформирующим, определяющим территориальную целостность, связанность и единство.

Так, на протяжении последних пяти веков осуществлялся процесс деконцентрации населения относительно густонаселенной европейской части страны и формирование сбалансированной системы расселения. Осознавая важность усиления основ безопасности и территориальной целостности, правящие элиты разных периодов старались решить главную государственную задачу – создание надёжного экономико-расселенческого каркаса страны. Условно этот процесс можно поделить на следующие периоды:

1) начало освоения Сибири – XV–XVII века;

2) присоединение к Российской Империи территории Кавказа, Средней Азии и неосвоенных земель Дальнего Востока – XVIII–XIX века;

4) столыпинские реформы: сельскохозяйственное и индустриальное освоение азиатской части Российской Империи – начало XX века;

5) советский период индустриализации и комсомольских строек.

Наиболее активное развитие системы расселения России во второй половине XX века непосредственно связано с ростом индустриализации и размещением производительных сил. Формирование Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, строительство Байкало-Амурской магистрали, масштабное индустриальное строительство в Ангаро-Енисейском регионе, крупное энергетическое строительство на Дальнем Востоке, развитие глубоководного порта Восточный в Приморском крае и иные масштабные проекты (всесоюзные ударные стройки) привели к образованию крупных территориально-производственных комплексов. Таким образом, интенсивное промышленное освоение Сибири и Дальнего Востока в 1950–1980-е годы явилось катализатором роста численности населения в этих регионах.

К позднесоветскому периоду был сформирован устойчивый планировочный каркас страны, образуемый крупными и крупнейшими городами и транспортными коммуникациями. Сложившаяся система расселения и, соответственно, тяготение населения к определённым социально-экономическим центрам определило административно-территориальное и экономическое районирование территории СССР и современной России.

С отказом от плановой экономики в начале 1990-х годов государство на определённый период отказалось от всех видов планирования, в том числе в части развития городской среды и пространственных аспектов всех видов инфраструктуры. В 1990-е годы в силу низкой инвестиционной и экономической активности отсутствие градостроительной политики не оказывало до определённого момента существенного влияния на состояние системы расселения, однако в этот период появился тип освоения городского пространства – «точечная» застройка, что со временем привело к резкому отставанию развития социальной, транспортной и инженерной инфраструктур и значительно сказалось на архитектурном облике российских городов.

Изменения подхода к планированию развития территорий появились с принятием нового Земельного кодекса Российской Федерации[1] в 2001 году и Градостроительного кодекса Российской Федерации в декабре 2004 года[2]. Первый ввёл в оборот частную собственность на землю, в том числе в границах населённых пунктов, второй (градостроительный) установил обязательность подготовки разноуровневой системы документов территориального планирования (схем территориального планирования и генеральных планов), градостроительного зонирования и планировки территорий, основанных на разделении полномочий между федеральным, региональным и местным уровнями властно-публичной организации.

Таким образом, после распада СССР в России начал формироваться новый порядок правовых отношений градостроительной деятельности уже в рыночных условиях – между «классическими» участниками градостроительной деятельности – органами публичной власти [Федерация, субъекты Федерации (регионы), муниципальные образования], населением и новым участником градостроительных отношений – бизнесом (девелоперы, застройщики] [1; 3].

Структура территориального планирования и градостроительного проектирования состоит из следующих участников: федеральный уровень планирует объекты [схемы территориального планирования (СТП) Российской Федерации в области

[1] Земельный кодекс Российской Федерации, утвержденный Президентом РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ (с изменениями и дополнениями) (http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102073184&rdk=0).

[2] Градостроительный кодекс Российской Федерации, утвержденный Президентом РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ (с изменениями и дополнениями) (http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102090643&rdk=0).

обороны, энергетики, транспорта, образования, здравоохранения], посредством которых реализуются федеральные полномочия; СТП субъектов Российской Федерации содержат планирование размещения объектов для осуществления полномочий регионов, а документы муниципального уровня (генеральные планы, СТП муниципальных районов) содержат проектные решения о размещении объектов для реализации полномочий местного значения (рис. 1).

Но главными бенефициарами изменившейся градостроительной политики стали новые участники градостроительной деятельности – частные застройщики и девелоперы. Скупая большое количество земель внутри населённых пунктов (производственные, коммунальные территории, опытно-хозяйственные аграрные предприятия и т.д.) или примыкающие к ним (населённым пунктам) земли сельскохозяйственного назначения в крупных городах и агломерациях, строительно-девелоперский бизнес научился эффективно и быстро переводить эти земли под многоэтажную сверхплотную застройку.

Начиная с 1990-х годов система экономических и градостроительных отношений в российских городах в условиях нерегулируемого рынка изменилась достаточно кардинально. Появление у граждан возможности выбора места проживания и предложение большого количества доступного коммерческого жилья в крупных агломерациях европейской части спровоцировали процесс перемещения и перераспределения населения внутри страны [1].

Так, население Дальневосточного федерального округа (с учётом присоединённых к нему в 2018 году Забайкальского края и Республики Бурятии) за 1990–2025 годы сократилось с 10,41 млн до 7,86 млн человек (на 2,6 млн или 24,5 %). Наибольшие относительные потери в ДФО пришлись на малонаселённые северные регионы: население Чукотки сократилось примерно на 70%, Магаданской области – почти на 65%, Камчатского края – на 40%. Это отражает масштабный отток жителей и низкий естественный прирост во всех регионах ДФО[4].

При этом главные центры внутренних миграционных притоков активно растут: за последние 35 лет население Москвы выросло на 4,4 млн человек (на 49,5 % по сравнению с показателем 1990 года), Краснодарского края – на 41,6%, Московской области – на 31,0%, Ленинградской области – на 23,5%, Калининградской области – на 17,2%, Санкт-Петербурга – на 13,0%. Эти субъекты являются традиционными регионами притяжениями для мигрантов из России (рис. 2)[5].

Также появление частной собственности на землю в городах и новых участников градостроительных отношений – частных застройщиков, девелоперов, стейкхолдеров, привело к тому, что их агрессивная политика получения прибыли посредством масштабного жилищного строительства сформировала общественное мнение, что градостроительная документация – это административные барьеры инвестиционного развития территорий. Обязательность подготовки проекта планировки территории при размещении жилых массивов была отменена в 2011 году, что привело к несоблюдению нормативов градостроительного проектирования при жилищном строительстве: отсутствию должной обеспеченности объектами социальной сферы (школами, детскими садами, поликлиниками и др.), озеленёнными территориями общего пользования (парками, скверами, бульварами), ненормируемому формированию улично-дорожной сети (отсутствию красных линий) и т. д.

Таким образом, быстрая адаптация строительного бизнеса к рыночным условиям, с одной стороны, и инерционность реагирования органов власти всех уровней, нехватка профессиональных квалифицированных кадров, отвечающих за формирование требований к градостроительной документации – с другой, привели к формированию нового типа точечной,

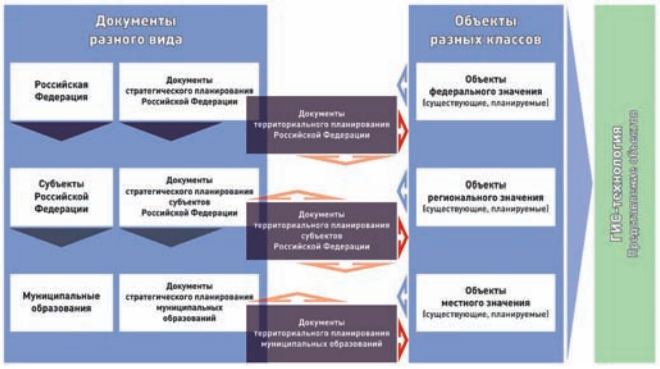


Рис. 1[3]. Структура документов стратегического и территориального планирования в Российской Федерации



Рис. 2. Естественный прирост и механическое движение населения России в период 1991–2025

[3] Статья проиллюстрирована фрагментами презентации П.П. Спирина «Проблемы и перспективы жилищного строительства в Российской Федерации» к докладу, сделанному на заседании круглого стола «Градостроительство как основа развития жилищного строительства в России. Опыт регионов» на сессии Общего собрания РААСН 22 апреля 2026 года.

[4] Численность постоянного населения на 1 января (человек) 1990–2013 года // ЕМИСС (http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=31557); Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2025 года // Росстат (https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%A1hisl_MO_01-01-2025.xlsx).

[5] Там же.

стихийной застройки, не обеспеченной социальной, инженерной, транспортной, рекреационной инфраструктурой.

Сверхплотная жилая среда в отдельных регионах и городах европейской части России (особенно в крупнейших городских агломерациях Москвы и Санкт-Петербурга, других крупных городах), возникшая вследствие точечной, стихийной застройки, отсутствие необходимой обеспечивающей инфраструктуры в урбанизированных зонах и пространственное сжатие сельских территорий и целых регионов порождают социально-демографические и экономические вызовы и диспропорции, проблемы связанные с качеством образования будущих поколений, препятствуют реализации национальных целей и приоритетов [1; 2] (рис. 3).

Государственно важным также является вопрос о том, какой жилой фонд мы строим?



Рис. 3. Примеры сверхплотной жилой застройки

Уровень обеспеченности населения жильём является важным индикатором качества жизни. Девелоперы, стремясь максимально повысить прибыль, заполняют рынок малогабаритным жильём – однокомнатные квартиры и студии площадью порядка 28 кв. м[6] вместо 40-45 кв. м[7], что стало нормой массовой застройки. При этом студии юридически даже не считаются квартирами, но их доля стремительно растёт (достигает до 7 % от общего числа квартир в многоквартирных домах, которые на данный момент находятся в стадии строительства)[8]. В погоне за количеством снижается общее качество жилья: планировки квартир уплотняются до минимально допустимых размеров; отсутствуют социальные объекты и зелёные пространства. Такие новые жилые кварталы в городах характеризуются узкими улицами и хроническими пробками. Вокруг крупнейших городов страны стали формироваться районы сверхплотной многоэтажной застройки без должной инфраструктуры – печальный побочный эффект усилий по наращиванию объёмов жилищного фонда любой ценой.

Например, в Санкт-Петербурге жилищная обеспеченность на начало 2025 года составила 28,1 кв. м на 1 чел.[9], в Ленинградской области показатель составил 31,3 м^2 на 1 чел[10].

[6] Основные показатели жилищного строительства // Единая информационная система жилищного строительства (https://clck.ru/3VA8Vy).

[7] Там же.

[8] Там же.

[9] Жилищный фонд по субъектам Российской Федерации, годы (2019-2025) // Росстат (https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Jil-fond_2019-2025.xls).

[10] Там же

[11] Основные показатели жилищного строительства // Единая информационная система жилищного строительства (https://clck.ru/3VA8Vy).

Проекты жилой застройки в Санкт-Петербурге и Ленинградской области

69 кв. м средний размер квартиры в новостройке в 2000 году в России*

51 кв. м средний размер квартиры в новостройке в 2025 году в России**

Показатели	Девелоперы					
	Компания 1	Компания 2	Компания 3	Компания 4	Компания 5	Компания 6
Средняя площадь квартиры	34,3 м²	39,4 м²	34,3 м²	50,9 м²	43,1 м²	39,8 м²
Доля 1 к/кв	85%	68%	79%	56%	63%	75%
Доля 2 к/кв	12%	22%	15%	32%	30%	22%
Доля 3 к/кв и более	3%	10%	6%	12%	7%	3%
Площадь квартир 0–25 м²	32%	15%	38%	1%	13%	16%
25–45 м²	54%	59%	46%	52%	49%	58%
45–70 м²	11%	21%	15%	33%	29%	21%
70+ м²	3%	5%	1%	14%	9%	5%

Источник:
* Средняя площадь квартир в новостройках за 20 лет сократилась на 36% // Риелторам. URL: https://dvizhenie.ru/media/496/sredniaia-ploshchad-kvartir-v-novostroikakh-za-20-let-sokratilas-na-36
**НОПРИЗ дал оптимистичную оценку по вводу жилья в 2025 году // Интерфакс. Россия. Недвижимость: URL:https://www.interfax-russia.ru/realty/news/nopriz-dal-optimistichnuyu-ocenku-po-vvodu-zhilya-v-2025-godu

Рис. 4. Характеристика квартир, строящихся крупными застройщиками в Санкт-Петербурге и Ленинградской области[11]

Динамика изменения показателя жилищной обеспеченности показывает её рост. В перспективе до 2030 года по Ленинградской области она должна вырасти до 36 кв. м на 1 человека[12]. Несмотря на позитивную динамику, эти количественные показатели требуют качественного анализа структуры вводимого жилья, поскольку именно она определяет комфорт проживания и долгосрочное развитие городской среды.

Анализ квартирографии в проектах жилых домов[13], намеченных для строительства в 2026–2031 годах, выявляет тревожную тенденцию. Так, средняя площадь квартиры в Санкт-Петербурге будет составлять 42,4 кв. м (в 2024 году площадь средней построенной квартиры в стране составила 49 кв. м, в 1996 году – 67 кв. м). При этом к 2030 году 66,8 % от всего объёма составят однокомнатные квартиры. И только 23,0% будет приходиться на двухкомнатные, 9,1 – % на трёхкомнатные, 1,1 – % на четырёхкомнатные квартиры. В Ленинградской области ситуация еще более выражена: средняя площадь запланированной квартиры – 40,6 кв. м, а доля однокомнатных квартир достигает 70,2 % (рис. 4). Таким образом, самую большую долю в обоих регионах составляют малогабаритные квартиры, что не способствует решению демографических проблем и созданию комфортных условий для семей с детьми.

Усреднённое предложение девелоперов (доля строящихся квартир в Санкт-Петербурге и Ленинградской области с площадью до 25 кв.м. составляет 17% от всей жилой площади) существенно отстаёт от минимальной планируемой обеспеченности, заложенной нормативами градостроительного проектирования Ленинградской области и Санкт-Петербурга, в которых минимальная нормативная жилищная обеспеченность на 2026 год составляет 33 и 28 кв. м/чел. соответственно, что свидетельствует о растущем структурном дисбалансе между рыночной моделью застройки и стратегическими целями развития регионов.

Существующая градостроительная ситуация выгодна строителям, но не отвечает насущным потребностям населения, не способствует улучшению показателей комфортной среды и должна быть скорректирована для создания достойных условий жизни в соответствии с национальными целями Российской Федерации.

Среди органов публичной власти всех уровней выявилась проблема нехватки профессиональных квалифицированных кадров архитекторов-градостроителей, отвечающих за формирование требований к градостроительной документации, правовых подзаконных актов и методических рекомендаций, которых на момент запуска массовой подготовки градостроительной документации не оказалось. Переход от одних отношений к другим осуществлён без массовой профессиональной переподготовки специалистов, участвующих в их реализации.

Данный фактор послужил причиной серьёзных подвижек в технологическом содержании градостроительной документации. Федеральный закон от 20 марта 2011 г. № 41-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части вопросов территориального планирования»[14] избыточно упростили содержание схем территориального планирования и генеральных планов поселений и городских округов. В частности, из содержания проектов генеральных планов исключили самый важный раздел – «границы размещения объектов капитального строительства федерального, регионального и местного значения», и заменили их формулировкой «местоположение», что сразу исключило возможность чёткого резервирования земельных участков для строительства необходимой городской социальной, транспортной, инженерной инфраструктуры. Из генерального плана также была исключена комплексная оценка территории и возможность планировать другие категории земель, кроме земель населённых пунктов. Например, земли особо охраняемых природных территорий, земли промышленности и иного специального назначения планировать и реализовать через градостроительные документы на сегодняшний день невозможно. В настоящий момент отсутствие правового

[12] Согласно Таблице 3.1.5 Части III Региональных нормативов градостроительного проектирования Ленинградской области, утверждённых постановлением Правительства Ленинградской области от 22.03.2012 № 83 (с изменениями и дополнениями).

[13] Основные показатели жилищного строительства // Единая информационная система жилищного строительства (https://clck.ru/3VA8Vy).

[14] Федеральный закон от 20.03.2011 № 41-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части вопросов территориального планирования» (с изменениями и дополнениями) (http://www.kremlin.ru/acts/bank/32820)



Рис. 5. Порядок осуществления строительства объектов

градостроительного регулирования этих территорий является большой проблемой.

Но самый большой ущерб развитию городской среды нанесло нарушение логики реализации положений Градостроительного кодекса Российской Федерации. Первоначальный порядок определял последовательность применения положений статей Градостроительного кодекса РФ (рис. 5):

– схемы территориального планирования;

– генеральные планы;

– правила землепользования и застройки;

– проекты планировки и межевания территорий (которые устанавливают красными линиями территории общего пользования, а также определяют зоны размещения объектов капитального строительства в соответствии с нормативами градостроительного проектирования);

– градостроительный план земельного участка (ГПЗУ) с указанием всех параметров территории, ограничений и «пятном застройки» под конкретные объекты.

Приведённые в иерархии документы содержали масштабирование территории и детализацию параметров её развития в соответствии с нормативами градостроительного проектирования. ГПЗУ же служил переходным – последним документом в иерархии градостроительной документации. Такой подход предполагал сохранение всей логики комплексного развития территории и строгого соблюдения нормативов градостроительного проектирования [4].

Таким образом, исходя из примера, показанного на рисунке 6, если застройка территории осуществляется в полном соответствии со всей градостроительной документацией и через обязательную свою составную часть – документацию по планировке территории, то в соответствии с нормативами градостроительного проектирования, в частности, в границах проектирования жилой застройки размещаются все необходимые нормируемые объекты социальной сферы (детские сады, школы, поликлиники, спортивные объекты), рекреационной инфраструктуры – зелёные насаждения общего пользования (парки, скверы, бульвары), устанавливаются красные линии, которые определяют территории общего пользования и необходимые нормируемые параметры улично-дорожной сети, закладывается достаточный объём инженерной обеспеченности указанных объектов, а места размещения («пятна застройки») жилых объектов в данном случае определяются в нормируемой пропорции развития обеспечивающей инфраструктуры.

Но изменения ст. 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации привели к тому, что для получения разрешения на строительство жилых массивов можно обойтись без проекта планировки и межевания территории, а ГПЗУ превратился в информационный документ, который можно получить с местом размещения объекта капитального строительства («пятном застройки») даже в случае отсутствия градостроительных документов более высокого уровня и прежде всего документации по планировке территории (рис. 7).

Указанные изменения выступили основой для стихийной сверхплотной застройки, где единственным ограничением являются нормы пожарной безопасности и инсоляции зданий и участков. В результате районы массовой застройки, как правило, оказались не обеспечены необходимыми социальной, транспортной, инженерной и рекреационной инфраструктурами. Перераспределение в регулировании интересов градостроительной деятельности в пользу частного бизнеса (девелоперов, застройщиков) вопреки общему (публичному) интересу, привело к формированию перенаселённых локаций



Рис. 6. Освоение территории при наличии проекта планировки

с дефицитом инфраструктуры как внутри, так и по периферии городских территорий.

Получение разрешения на строительство без подготовки документации по планировке территории – это, по сути, легальная схема ухода от нормативов градостроительного проектирования, так как зоной размещения объектов капитального строительства является практически полностью земельный участок, отражённый в градостроительном плане земельного участка (ГПЗУ). И этого достаточно, чтобы сразу переходить к архитектурно-строительному проектированию в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»[15].

Следствием указанной практики во вновь построенных жилых кварталах является:

1) отсутствие установленных красных линий и соответствующих территорий общего пользования;

2) формирование улично-дорожной сети, которая не соответствует нормативным требованиям и несоразмерна плотности и пропускной способности суточного трафика;

3) необеспеченность населения социальными объектами (детскими садами, школами, медицинскими учреждениями, объектами культуры и спорта);

4) отсутствие зелёных насаждений общего пользования (парков, скверов, бульваров). В лучшем случае выдерживаются параметры зелёных насаждений ограниченного использования внутридворовой жилой застройки, предусмотренные Постановлением Правительства РФ № 87.

Современные градостроительные исследования показывают, что большая часть современной жилой застройки в российских городах осуществлялась без документации по планировке территорий и, как следствие, имеет недообеспеченность социальной, транспортной, инженерной, рекреационной инфраструктурами.

На примере двух регионов, где одни из самых высоких темпы строительства жилья в России и рост численности населения, можно проследить, как в период с 2013 по 2023 год наблюдался дефицит развития социальной инфраструктуры, в частности общеобразовательными школами (рис. 8). Это влияет на средний уровень образования детей – наших будущих поколений. Корреляция двух графиков чётко показывает взаимозависимость высоких темпов строительства жилья с отрицательной динамикой рейтинга общего образования[16] как в Ленинградской области, так и в Краснодарском крае (рис. 9) [2; 4].

Подтверждение факта некомфортности и необеспеченности необходимой инфраструктурой новой жилой застройки можно проследить по результатам социологического опроса жителей города Сургута[17], проведённого в

[15] Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями и дополнениями) (http://government.ru/docs/all/63014/).

[16] Рейтинги субъектов Российской Федерации в сфере образования // Система добровольной сертификации информационных технологий (https://konkurs.sertification.org/new_store/reiting_sub_obr.htm).

[17] О внесении изменений в решение Думы города от 03.12.2024 № 703-VII ДГ «Об утверждении единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования муниципального образования городской округ Сургут Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (https://dumasurgut.ru/dokumenty/resheniya-dumy/detail.php?ID=477379).

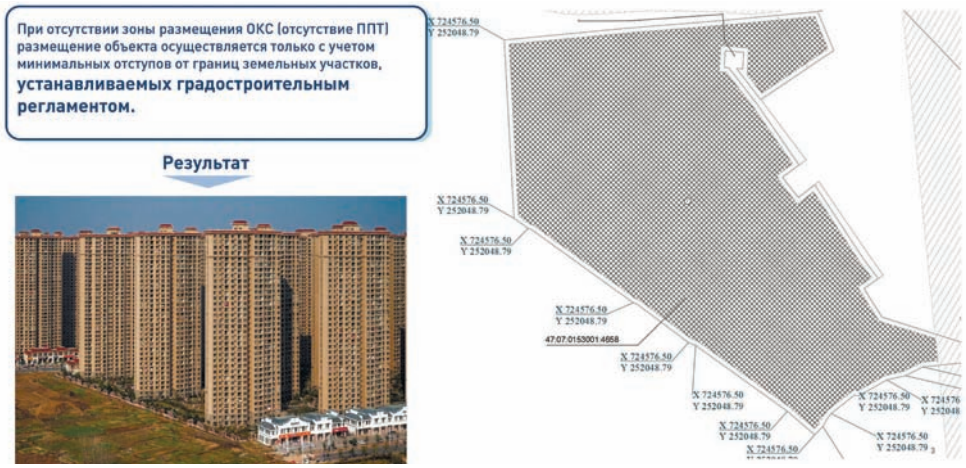


Рис. 7. Освоение территории без проекта планировки

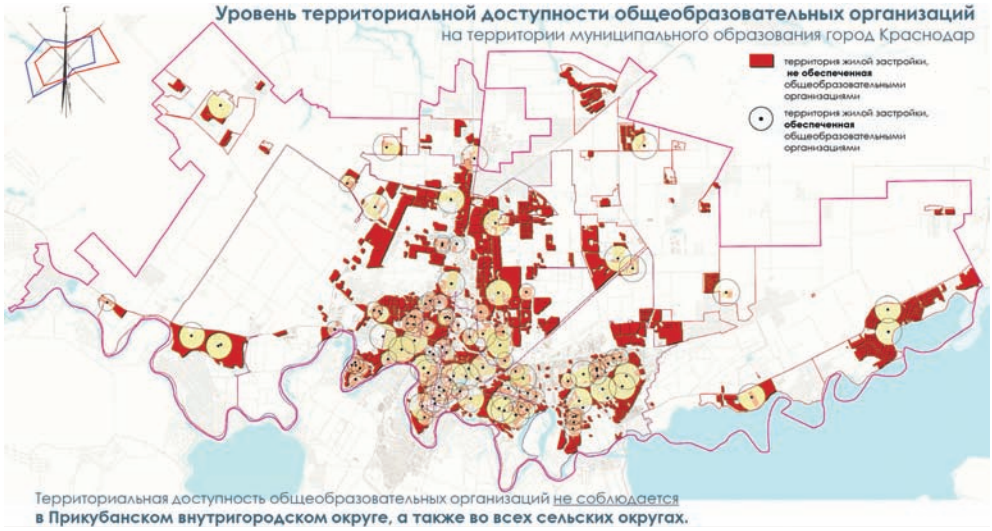


Рис. 8. Нормативно необеспеченные социальными объектами районы нового строительства города Краснодара

рамках подготовки Стратегии развития города и Единого документа территориального планирования в 2023 году. Ментальная карта города разработана на основании проведённых онлайн-опросов, идей, предложений, оставленных жителями на интерактивной карте, медиа-анализа городских СМИ, отраслевых порталов, прочих интернет-ресурсов и социальных сетей [4–6].

Для новых районов многоэтажной жилой застройки (на рисунке 10 показаны красным цветом) опрошенные отметили ряд социально-экономических проблем, актуальных в рамках инфраструктурного развития города: нехватка значимых социокультурных объектов в сфере образования, здравоохранения, спорта, культуры и досуга. Также наблюдается низкий уровень удовлетворённости количеством зелёных насаждений общего пользования (парков, скверов, бульваров) и рекреационной инфраструктуры. Указанные районы новой многоэтажной застройки сформировались в постсоветский период и являются во многом результатом действующего градостроительного регулирования. Жители выделяют указанные районы как некомфортную городскую среду.

Наиболее высокий интегральный показатель качества городской среды отмечается в сложившихся классических микрорайонах «старого» освоения (на рисунке 10 показаны зелёным цветом), застроенных в 1960–1990-е годы, с чёткой планировочной структурой, ранжированием улично-дорожной сети и обладающих разнообразным набором функций. Здесь среди населения отмечается наиболее высокий показатель благополучия и удовлетворённости жизненным пространством.

Следует отметить, что в настоящее время возникла острая необходимость перехода от инерционного, фрагментарного развития территорий к технологической комплексной модели, ориентированной на взаимоувязанное развитие всех уровней и элементов градостроительной системы. Реализация данной модели должна осуществляться с опорой на новые технологии подготовки градостроительной документации, обеспечивающие территориальную целостность страны, раскрытие социально-экономического и экологического потенциалов городов и территорий.

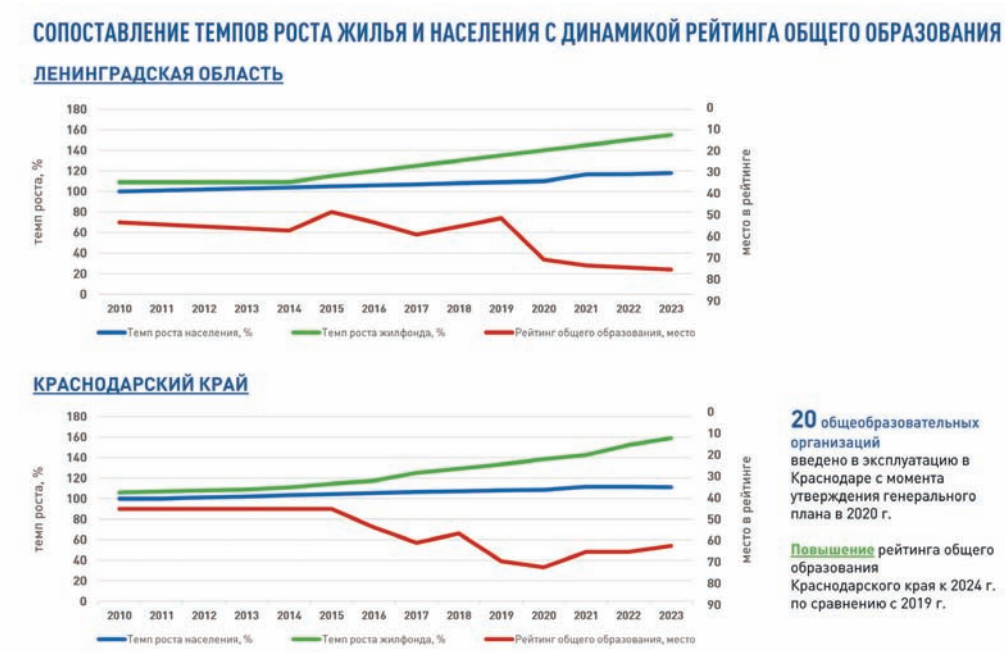


Рис. 9. Корреляция объёмов строительства жилья с динамикой рейтинга общего образования



а) *б)*

Рис. 10. Ментальная карта опроса жителей города Сургута: а) распределение ответов на вопрос «Каких объектов не хватает рядом с Вашим домом?»; б) карта восприятия городской среды со шкалой эмоционального восприятия территории

Строительство большого количества малогабаритного доступного жилого фонда в Московском регионе, Ленинградско-Петербургской агломерации и Краснодарском крае, в крупных городах-миллионниках спровоцировало к перемещению большое количество экономически активного населения из других регионов, малых и средних городов, запустило необратимый процесс его концентрации (локализации) на отдельных территориях и сильную деградацию целостности экономико-расселенческого каркаса страны [7]. Главная задача новой градостроительной политики – остановить сокращение населения, в том числе механический отток

как из восточных регионов России, так и других малых и средних городов российских регионов.

Важным условием в сбалансированном градостроительном освоении территории России на современном этапе должна быть реализация государственного подхода в определении стратегических направлений пространственного развития страны [8], сохранение и усиление экономико-расселенческого каркаса страны, который формировался на протяжении долгого периода существования государства (рис. 11).



Рис. 11. Фрагмент схемы принципиальных направлений пространственного развития территории России в части арктического макрорегиона

Базовые принципы государственной градостроительной политики должны опираться на главную ценность – человека, и создание для него комфортной и безопасной среды проживания, что в настоящий момент невозможно обеспечить без соблюдения требований по охране окружающей среды, социально-экономического развития, инфраструктурного обустройства территорий, создания условий для организации необходимого количества мест приложения труда, сохранения исторического наследия, формирования основ культурной самоидентификации жителей.



Рис. 12. Базовые принципы градостроительного развития

А для этого нужно работать с каждым регионом и городом, анализировать их градообразующую базу и потенциал, оценивать функциональную динамику территории, посредством подготовки и реализации качественной градостроительной документации преодолевать ограничения и максимально раскрывать градостроительный потенциал устойчивого развития территорий и городов (рис. 12).

* * *

Для реализации указанных принципов сбалансированного градостроительного развития необходимо следующее.

• Определение документов территориального планирования в качестве комплексных нормативно-правовых актов стратегического социально-экономического и пространственного планирования с расширением их целей, задач, состава и содержания.

• Использование научно-ориентированных практик и методов инновационного градостроительного проектирования. Современная градостроительная документация является базой построения цифровых двойников городов и территорий, основой создания систем умных городов. Цифровые технологии позволяют эффективно проводить градостроительный анализ территории, осуществлять моделирование сценариев развития и выстраивать систему градостроительного мониторинга и контроля.

• Совершенствование комплексного развития территорий, в том числе в части формирования эстетичной и комфортной городской среды. Залогом создания экономически эффективной, безопасной, комфортной городской среды является только полноценный состав качественной градостроительной документации – генеральный план, правила землепользования и застройки, документация по планировке и межеванию территории и т.д.

• Установление обязательности подготовки документации по планировке территории для получения разрешения на строительство в целях избежания инфраструктурных дисбалансов (дефицита социальных и рекреационных объектов: детских садов и школ, поликлиник и стационаров, объектов

культуры и спорта, парков, скверов и бульваров и т.д.), снижения напряжения в регионах, решения проблем перегрузки улично-дорожной сети. Договор комплексного развития, наличие документации по планировке территорий, согласование архитектурно-градостроительного облика объектов должны быть обязательными условиями при получении застройщиком разрешения на строительство.

• Формирование сквозной системы подготовки и переподготовки кадров в области архитектуры и градостроительства. Особенно это жизненно необходимо для управленческого состава органов архитектуры всех уровней публичной власти страны.

• Организация региональных центров компетенций и контроля за соблюдением требований градостроительного законодательства, лицензирования градостроительной деятельности, в том числе с участием членов и территориальных отделений Российской академии архитектуры и строительных наук.

Список источников / References

1. *Спирин, П.П.* Трансформации российского градостроительства / П.П. Спирин. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-1-102-110. EDN: ANMWFD // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 1. С. 102–110.

Spirin P.P. Transformation of Russian Urban Planning. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 1, pp. 102–110. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-1-102-110. EDN: ANMWFD. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. *Рысин, Ю.В.* Точка бифуркации в градостроительстве (на примере города Краснодара) / Ю.В. Рысин, П.П. Спирин. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-1-126-135. EDN: ESFGBS // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 1. С. 126–135.

Rysin Y.V., Spirin P.P. The Bifurcation Points in Urban Planning (on the Example of the City of Krasnodar). In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 1, pp. 126–135. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-1-126-135. EDN: ESFGBS. (In Russ., abstr. in Engl.)

3. *Швидковский, Д.О.* Градостроительное развитие России: исторические особенности и закономерности пространственной организации / Д.О. Швидковский, С.Д. Митягин, П.П. Спирин // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 2. С. 99–110. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-2-99-110. EDN: YCZHLY.

Shvidkovsky D.O., Mityagin S.D., Spirin P.P. Urban Development of Russia: Historical Features and Patterns of Spatial Organization. In: *Academia. Architecture and Construction*. 2025, no. 2, pp. 99–110. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-2-99-110. EDN: YCZHLY.

4. *Спирин, П.П.* Новый подход к структуре и составу градостроительной документации в России / П.П. Спирин. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-2-119-128. EDN: WSBQVC // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 2. С. 119–128.

Spirin P.P. A New Approach to the Structure and Composition of Urban Planning Documentation in Russia. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 2, pp. 119–128. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-2-119-128. EDN: WSBQVC. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. *Друзина, О.А.* Управление агломерационным процессом: опыт Республики Корея / О.А. Друзина. DOI: 10.18572/2500-0292-2024-2-25-29. EDN: CKXVZE // Градостроительное право. 2024. № 2. С. 25–29.

Druzina O.A. Management of the Agglomeration Process: Experience of the Republic of Korea. In: *Town-Planning Law*, 2024, no. 2, pp. 25–29. DOI: 10.18572/2500-0292-2024-2-25-29. EDN: CKXVZE. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. *Майборода, В.А.* Правовая грамматика агломераций / В.А. Майборода, П.П. Спирин. Санкт-Петербург : Студия ЗНАК, 2025. 148 с. ISBN 978-5-605-09592-7.

Mayboroda V.A., Spirin P.P. Legal Grammar of Agglomerations. St. Petersburg, ZNAK Studio Publ., 2025, 148 p. ISBN 978-5-605-09592-7. (In Russ.)

7. *Спирин, П.П.* Проблемы и пути решения развития Ленинградско-Петербургской агломерации / П.П. Спирин. EDN: RCSJEV // Архитектура и строительство России. 2025. № 1 (253). С. 10–15.

Spirin P.P. Problems and Solutions for the Development of the Leningrad–Petersburg Agglomeration. In: *Architecture and Construction of Russia*, 2025. no. 1 (253), pp. 10–15. EDN: RCSJEV. (In Russ., abstr. in Engl.)

8. Основные подходы к определению приоритетных направлений пространственного развития сельских территорий Российской Федерации / Н.М. Сидоренко, Т.В. Варгина, П.П. Спирин, З.А. Гаевская. EDN: VPCDAX // Экономика и управление. 2016. № 1 (123). С. 17–22.

Sidorenko N.M., Vargina T.V., Spirin P.P., Gaevskaya Z.A. Basic Approaches to Determine Priority Directions in the Development of Rural Areas of the Russian Federation. In: *Economics and Management*, 2016, no. 1 (123), pp. 17–22. EDN: VPCDAX. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 66–78.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 66–78.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 711:711.01/09
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-66-78

Градостроительное формирование предзаводских площадей города Иванова в 1920–1960-е годы: эволюция подходов, практика, тенденции

Снитко Александр Владимирович (Иваново). Доктор архитектуры, доцент, советник РААСН. Ивановский государственный политехнический университет». Эл. почта: snitko-nauka@mail.ru

Балынин Павел Сергеевич (Иваново). Ивановский государственный политехнический университет. Эл. почта: balynin.2015@mail.ru

Аннотация. Иваново (до 1932 года – Иваново-Вознесенск) стал в ранние послереволюционные годы одной из первых площадок реализации новых идей в промышленной архитектуре молодого советского государства. И если в 1926–1928 годах проектные эксперименты были активны в текстильной промышленности, то в годы первой пятилетки вышедшее на первые позиции строительство предприятий иных отраслей (машиностроение, пищевая, строительных материалов) велось в русле общесоюзных архитектурных методических подходов. Формированию предзаводских площадей с этого времени стало придаваться важное значение. Наиболее крупные объекты промышленного строительства СССР явились апробацией и примером новых принципов решения этих пространств во многих городах страны. В статье авторами рассматривается эволюция практики архитектурной организации стыковых зон промышленных предприятий, изменение подходов к их созданию на примере города Иванова в 1920–1960-е годы – в период создания научно-обоснованных моделей их формирования.

Ключевые слова: предзаводские площади, город Иваново, архитектурная организация, эволюция подходов, предвоенный и послевоенный период

Для цитирования. Снитко А.В., Балынин П.С. Градостроительное формирование предзаводских площадей города Иванова в 1920–1960-е годы: эволюция подходов, практика, тенденции // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 66–78. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-66-78.

Urban Planning of the Pre-Factory Areas in Ivanovo in the 1920s–1960s: Evolution of Approaches, Practice, and Trends

Snitko Alexander Vladimirovich (Ivanovo). Doctor of Sciences in Architecture, Docent, Advisor of RAACS. Ivanovo State Polytechnic University. E-mail: snitko-nauka @mail.ru

Balynin Pavel Sergeevich (Ivanovo). Ivanovo State Polytechnic University. E-mail: balynin.2015@mail.ru

Abstract. In the early post-revolutionary years, Ivanovo (formerly known as Ivanovo-Voznesensk) became one of the first sites for the implementation of new ideas in the industrial architecture of the young Soviet state. While design experiments were active in the textile industry in 1926–1928, during the first five-year plan, the construction of enterprises in other sectors (mechanical engineering, food production, and construction materials) was carried out in accordance with the all-Union architectural methods. From this point onward, the formation of pre-factory areas be-came of great importance. The largest

© Снитко А.В., Балынин П.С., 2026.

industrial construction projects in the USSR were an experiment and an example of new principles for solving these spaces in many cities across the country. In this article, the authors explore the evolution of the practice of architectural organization of industrial enterprises' junction zones and the changing approaches to their creation, using the example of Ivanovo in the 1920s and 1960s, during the development of scientifically based models for their formation.

Keywords: prefactory areas, the city of Ivanovo, architectural organization, evolution of approaches, pre-war and post-war periods

For citation. Snitko A.V., Balynin P.C. Urban Planning of the Pre-Factory Areas in Ivanovo in the 1920s–1960s: Evolution of Approaches, Practice, and Trends. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 66–78, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-66-78.

Проблема формирования функциональных, планировочных, пространственных и художественных взаимосвязей производственных комплексов и селитебных районов возникла не в XX столетии. К ней обращались ещё социалисты-утописты в доиндустриальную эпоху. В последние десятилетия XIX века в связи с бурным развитием промышленных предприятий, резким увеличением количества трудящихся, возникновением экологических проблем учёные предлагали новые пути сосуществования селитьбы и промышленности индустриального типа. Одной из первых работ, наиболее точно поставивших вопрос о принципах проектирования индустриальных объектов, была статья У. Морриса «Фабрика, какой она может быть» (1884). В статье впервые предпринята попытка осмыслить необходимые пути развития промышленной архитектуры с позиций создания нормальных условий труда рабочих как с точки зрения типологии (вентиляция, освещение корпусов, культура производства), так и с точки зрения градостроительства (экология среды фабричных комплексов, их взаимосвязь с жилой зоной).

В СССР в первые годы развития социалистической промышленности вопросы формирования стыковых зон между промышленностью и селитьбой не стояли так остро. Исследования специализированной литературы 1920-х годов по проблемам промышленного строительства в нашей стране (журналы «Современная архитектура», «Строительная промышленность», монография Л.А. Серка «Архитектура промышленных зданий») показали, что основное внимание уделялось вопросам функциональной организации зданий и комплексов. Основным фактором при этом было рациональное технологическое построение фабрик и заводов и минимизация затрат на их строительство. Градостроительные решения многих приведённых в названных изданиях предприятий (а среди них были как уже реализованные или проектируемые объекты, так и конкурсные проекты) обладали определённой индифферентностью к окружающей планировке (будь то застройка или транспортная магистраль). С одной стороны, это может объясняться проектированием новых заводов и комбинатов за пределами городской черты, но с другой – в случаях, когда проектирование велось в структуре освоенных территорий, – это говорило об отсутствии постановки вопросов организации планировочных и художественных взаимосвязей промышленной площадки и прилегающей застройки. Примеров проектирования предзаводских площадей практически не было, редкие примеры обнаружены лишь в составе конкурсных проектов (как, например, в конкурсном проекте С.Е. Чернышова кино-фабрики «Совкино» [1]), либо проектов новых, функционирующих как единый организм промышленно-селитебных образований (проект планировки города Кузнецка [2]).

Концепция создания предзаводских площадей на рубеже 1920–1930-х годов стала активно реализовываться в проектах крупных новых предприятий тяжёлой индустрии, строившихся одновременно с их соцгородами (Уралмаш в Свердловске, Новокузнецкий, Нижне-Тагильский, Магнитогорский металлургические комбинаты, Сталинградский и Челябинский тракторные, автозавод в Горьком и т.п.) [3–5]. Многие из них опирались на американский проектный опыт, но были глубоко адаптированы для социалистического градостроительства, призванного реализовать в жизнь идеи победившего рабочего класса. Одним из часто применяемых планировочных решений примыкающей к такому промышленному предприятию селитьбы стала система сходящихся к предзаводской площади улиц. Такая композиция была характерна для проектов Гипромеза – проектного института, базировавшегося в Ленинграде. Очевидно, что её применение было обусловлено определённым влиянием градостроительных приёмов, традиционных для проектной школы этого города. Однако с 1930 года проектирование крупных металлургических и машиностроительных предприятий стало осуществляться выделившейся из Гипромеза проектно-строительной организацией «Госпроектстрой», главным архитектором которой стал москвич А.С. Фисенко.

В 1930-е годы, по мере развития промышленности в городах, формирования их современного архитектурного облика проблемы градостроительной организации предзаводских территорий стали подниматься и в специальной литературе. Индифферентность промышленной застройки по отношению к городским пространствам была верно подмечена по результатам возведения объектов первого индустриального плана Советской России – плана ГОЭЛРО (в частности, в печати критиковались недостаточно выраженные градостроительные связи между промышленной площадкой и селитебными кварталами Шатурской ГРЭС).

В 1930-е годы в свет также выходит ряд монографий по проблемам промышленной архитектуры (в составе которых имеются разделы градостроительной направленности) – «Фабрично-заводская архитектура» (В.Л. Гофман, 1931), «Современная фабричная заводская архитектура» (В.Д. Цветаев, 1933), а также одно из первых изданий, посвящённых проблеме планировки промышленных районов, – сборник работ сектора планировки Промстройпроекта, в котором обобщён первый опыт проектирования новых промышленноселитебных образований (1934). Но если поначалу в монографических и периодических изданиях 1930-х годов – журналах «Проект и стандарт» (издание Промстройпроекта), «Планировка и строительство городов» (издание Наркомхоза РСФСР, Гипрогора и Горстройпроекта) и «Архитектура СССР» (издание Союза архитекторов СССР) – примеры решения генеральных планов предприятий ещё во многом транслировали градостроительные приёмы предыдущего десятилетия, то к 1935 году, не отвергая предыдущие факторы проектирования, отчётливо «заявляет о себе» композиционно-градостроительный фактор, определяющий необходимость проработки вопросов пространственных взаимосвязей промышленных и селитебных комплексов. Он наглядно реализуется в проектах предзаводских площадей. Это проектирование охватывает как практическую область строительства, так и теоретическую – в виде эскизных проектов [6; 7].

В 1936 году в сборнике Всесоюзной академии архитектуры «Проблемы архитектуры» выходит большая статья А.Э. Зильберта «Планировка промышленной территории», в которой отражаются новейшие практики и предложения (в том числе в виде курсовых и дипломных проектов под руководством А.Э. Зильберта, В.В. Кратюка и И.С. Николаева) формирования не только генеральных планов предприятий, но и предзаводских площадей. В этой статье автор уже ясно формулирует их градостроительное значение и важность не только функционально, но и художественно осмысленного пространства. Он пишет: «Композиционный центр промышленной территории должен быть ориентирован на главные подходы к заводу. Особо важное значение приобретает композиция входной площади, особенно это касается заводов с преобладанием горизонтально протяжённых объёмов. Выявление подходов к заводу – главная задача в решении входной площади, играющей очень часто роль композиционного центра всего промышленного комплекса. Входная площадь представляет собой ансамбль, воспринимаемый одновременно. Зритель может находиться вне площади, проезжая мимо завода, и в этом случае площадь должна чётко выявить место входа на завод и как бы подводить к восприятию всего ансамбля. Как бы удачно ни была решена архитектура отдельных зданий, впечатление композиционного единства может быть достигнуто лишь при целостном архитектурном решении всего ансамбля площади и при общих стилевых признаках всех сооружений на площади» [8].

В 1935 году известный в области промышленной архитектуры зодчий И.С. Николаев публикует в журнале «Академия архитектуры» статью «Об архитектурном лице советского завода», а в 1937-ом – в сборнике «Проблемы архитектуры» издательства Академии архитектуры СССР статью «Завод и город», в послевоенные годы выходят его книги «Планировка и застройка заводских территорий: архитектурно-градостроительные вопросы» (1954) и «Промышленные предприятия в городах: размещение, планировка, благоустройство» (1965). Он вводит в архитектурный лексикон термин «предзаводская площадка» для малых промышленных предприятий. Великий практик в области промышленного строительства А.С. Фисенко в 1956 году выпускает монографию «Архитектура промышленных сооружений». В предвоенные и послевоенные годы в журнале «Архитектура СССР» вопросам формирования промышленных предприятий как полноправной составляющей городской застройки посвящали свои статьи такие архитекторы как Б.В. Гладков, М.П. Макотинский, М.Г. Бархин, И.С. Николаев, А.С. Фисенко, В.А. Мыслин, Д.М. Аранович, С.З Гинзбург, Е.М. Попов и другие.

Таким образом, в теоретических исследованиях учёных-архитекторов и в передовых практических градостроительных работах ещё с 1930-х годов ставились задачи разработки принципов формирования полноценных предзаводских площадей и предлагались соответствующие решения, а к началу 1960-х годов их проектирование стало уже неотъемлемой практикой проектирования промышленных предприятий.

Иваново-Вознесенск в первой половине XX столетия был одним из важнейших промышленных центров России–СССР. В первые годы СССР здесь активно велось новое строительство и реконструкция промышленных объектов. Однако начало изучения практики их градостроительного формирования относится лишь к последней трети XX века (естественно, литература об истории их строительства охватывает и более ранний период, но носит она сугубо просветительско-краеведческий характер).

Первым научным архитектурным трудом, в котором проведено глубокое исследование ивановских текстильных фабрик, стали докторская диссертация Н.С. Гераскина [9]. В 1981 году И.Н. Хлебниковым выполнено исследование архитектуры Иваново-Вознесенска конца 1920-х – начала 1930-х годов [10]. В 1970–1980-е годы активное изучение промышленной архитектуры вели ивановский архитектор А.Б. Дьяков и краевед Л.А. Шлычков. Эти исследователи создали большой пласт фактологического материала по архитектуре промышленных корпусов текстильных предприятий, их генеральным планам. В 1998 году под руководством Е.И. Кириченко в свет вышел фундаментальный труд Государственного института искусствознания Минкультуры России «Свод памятников архитектуры и монументального искусства России» об исторических объектах города Иванова. Он систематизировал многие данные по промышленной архитектуре города, однако ограничился лишь предприятиями текстильной отрасли.

Обширные исследования промышленной архитектуры города и региона северо-востока Центральной России в

1990–2020-е годы выполнены также одним из авторов данной статьи, по результатам чего выпущена серия книг «Промышленная архитектура города Иваново». Эти исследования показали, что ещё в дореволюционные годы при строительстве текстильных фабрик уже́ встречается такой тип площади, как «парадный двор» между промышленным комплексом и комплексом объектов социальной инфраструктуры (рабочие казармы, школы, больницы, клубы и прочие объекты соцкультбыта) – фактически, современным языком, «предзаводская площадь» [11]. Однако его применение относится больше к малым, вновь строящимся промышленно-селитебным образованиям (Лакинск, Южа, Струнино). В дореволюционном Иваново-Вознесенске данная практика не встречается.

Вместе с тем за бортом многочисленных исследований оказался большой пласт промышленной архитектуры 1930–1950-х годов иных (не текстильной) отраслей города, а истории формирования предзаводских площадей в этот период практически не уделялось внимание. Таким образом, данная статья – это первая попытка собрать исторический и фактологический материал об их развитии в контексте общероссийского процесса организации площадей данного типа, выявить пространственно-композиционные основы их построения, указать на принципиальные отличия принципов их формирования на разных этапах развития отечественной градостроительной мысли.

Итак, в отличие от многих промышленных центров страны, крупное промышленное строительство в Иваново-Вознесенске осуществлялось уже с середины 1920-х годов. Оно началось с возведения новых текстильных предприятий.

В ноябре 1925 года ВСНХ СССР был объявлен первый в стране международный архитектурный конкурс на промышленный объект – здание прядильной фабрики им. Ф.Э. Дзержинского в Иваново-Вознесенске [12]. Она была пущена 7 ноября 1927 года. Архитектурным шедевром стала прядильная фабрика «Красная Талка», заложенная 1 мая 1927 года и пущенная в эксплуатацию 1 мая 1929-го. Крупным новым текстильным предприятием – архитектурным комплексом, состоящим из нескольких корпусов, – стал Ивановский меланжевый комбинат, заложенный 1 мая 1928 года и пущенный 7 ноября 1929-го. В эти же годы осуществлялись пристройки к существующим корпусам Мало-Дмитриевской и Сосневской объединённой мануфактур.



Рис. 1[1]. Прядильная фабрика им. Ф.Э. Дзержинского. Фотография 1930-х годов

Рассмотрим некоторые аспекты формирования стыковых зон этих предприятий и окружающих территорий.

Фабрика им. Ф.Э. Дзержинского, расположившаяся в структуре сформировавшегося ещё в XIX столетии Верхнеуводьского промышленного района, представляет собой Т-образный в плане корпус с главным фасадом длиной чуть более 200 м, обращённым на улицу Тимирязева и с отступом от её красной линии на 55 м. Несмотря на проведённый архитектурный конкурс, фабрика строилась по проекту местного проектного бюро Ивтекстильтреста (арх. А.А. Стаборовский). Ныне – объект культурного наследия ОКН федерального значения.

Перед фабричным корпусом в качестве своеобразного протяжённого стыкового пространства, видимо, предполагалась озеленённая территория в виде прямоугольного в плане курдонёра (размерами 55×250 м до красной линии и 90×250 м с учетом ширины улицы – 2,2 га) в ряду застройки улицы. Такое решение было вполне оправдано уже сложившейся планировочной структурой промышленного района и прилегающей селитебной застройки, которая основывалась на прямоугольной системе координат. Её композиционной осью логично могла бы стать центральная ось симметрии фабричного корпуса, находящаяся вдали от перекрёстка улиц, а сам корпус создавал бы главный фронт этой предфабричной площадки.

Однако в итоге промплощадка предприятия была огорожена по красной линии улицы, а на территории возможного курдонёра сохранились хозяйственные постройки (рис. 1). Впоследствии, в 1950-е годы, на месте довоенных ворот и калиток главного входа был сооружён административный корпус предприятия в неоклассическом стиле, а в начале XXI века на месте деревянных построек выросло независимое от предприятия трёхэтажное офисное здание, окончательно «убившее» возможность формирования здесь открытой предфабричной площади.

Мало-Дмитриевская мануфактура была в 1920-е годы объектом расширения. По проекту московского треста «Госпромстрой» (арх. Г.Н. Суханов), так же, как и для Сосневской объединённой мануфактуры, к старому фабричному корпусу проектировалась пристройка в размере около 40% от существующего исторического корпуса (рис. 2). Это также было строительство в пределах уже сформировавшейся планировочной структуры промышленного Верхнеуводьского района города.

Формирование генерального плана здесь, впрочем, также не предусматривало создания предзаводской площади или площадки[2].

Лишь в 1970-е годы возведение административно-бытового корпуса (проект ГПИ-6 Минлегпрома СССР) позволило

[1] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

[2] Проект расширения фабрики Мало-Дмитриевской мануфактуры // ГАИО. Ф. Р-1012. Д. 585. Л. 1.

градостроительно завершить застройку стыкового участка фабрики и улицы Дзержинского. Новый корпус из двух блоков со смещением друг относительно друга и относительно красной линии улицы сформировал небольшую предфабричную площадку в виде неглубокого курдонёра размерами всего лишь 12×36 м в ряду рядовой застройки жилыми домами.

Фабрика «Красная Талка» строилась также по проекту московского треста «Госпромстрой» (арх. И.С. Николаев, Б.В. Гладков). Ныне – это ОКН федерального значения. Фабрика расположена в окраинном промузле города рядом с Петрищевской мануфактурой – на холме, возвышающемся в излучине реки Талки.

Здесь не было сформированной улично-дорожной сети.

Несмотря на то, что это была крупнейшая из вновь строящихся прядильных фабрик, она не получила отдельного административного здания и представляла собой единое производственное здание с блоками административного и бытового характера. Въезд на территорию предприятия был сформирован одноэтажным небольшим зданием проходной. Этот въезд замыкал ось перспективы дороги (впоследствии улицы Сосновой), но он не получил перед собой никакого площадного пространства. В проекте формирование какой-либо предфабричной площади или зелёной эспланады предусмотрено не было[3] (рис. 3).

Вокруг территории позднее были разбиты участки для индивидуального жилищного строительства. Несмотря на то, что в 1970-е годы рядом со въездом на территорию фабрики были построены детские дошкольные учреждения предприятия, предзаводская площадь здесь сформирована так и не была (рис. 4).

Меланжевый комбинат, проектировавшийся проектным бюро Ивтекстильтреста (арх. А.А. Стаборовский) в 1926–1927 годах, возводился также на вновь осваиваемых территориях, вне пределов исторического пятна города (в отличие, например, от фабрики им. Дзержинского), за рекой Уводью южнее посёлка Соснево. Ближайшая застройка в те годы отстояла от него почти на 500 м и не оказывала никакого влияния на формирование его архитектурного комплекса.

Комплекс комбината представлял собой композиционно выверенную пространственную структуру из различных корпусов. Однако эта структура была замкнута «сама в себе» без какого-либо проектного предложения по развитию окружающей стыковой застройки. Как таковых предзаводских площадей у обоих входов на комбинат в 1920–1930-е годы не разрабатывалось, а с учётом того, что вокруг постепенно стал размещаться ряд деревянных временных бараков, формирование окружающих предприятие пространств стало носить спонтанный характер (рис. 5). Первоначальный проект был опубликован в общесоюзной профессиональной периодической печати с предложением его всестороннего рассмотрения [13]. Однако при наличии предложений технического характера обсуждений по формированию стыковой зоны не состоялось. Такой подход к проектированию застройки предприятий был для тех лет весьма характерен и «укладывался» в логику общепринятых традиций.

Создание главной предзаводской площади комбината по-настоящему началось лишь в начале 1950-х годов, несмотря на то, что ещё в 1930-е со стороны Соснева к комбинату была

[3] Генеральный план и чертежи строительства фабрики «Красная Талка» // ГАИО. Ф. Р-1012. Д. 559. Л. 6.

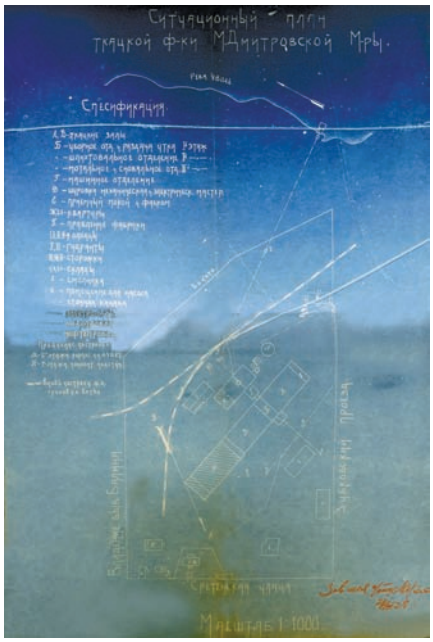


Рис. 2. Чертёж генерального плана фабрики Ново-Дмитриевской мануфактуры. Публикуется впервые (источник: ГАИО. Р-1012. Д. 585. Л. 1.



Рис. 3. Чертёж генерального плана прядильной фабрики «Красная Талка». Публикуется впервые (источник: ГАИО. Р-1012. Д. 559. Л. 6)

подведена линия трамвая с конечной остановкой и автобусные маршруты. Архитектурно оформленная площадь получила линейную вытянутую структуру в виде прямоугольника (размерами 80×370 м – 3 га). Её композиционной основой стала продольная центральная ось, ведущая к комбинату от трамвайного «кольца» и замыкающаяся со стороны селитьбы крупным жилым домом, выстроенном в духе сталинской архитектуры (рис. 6 а). Градостроительное завершение площади со стороны комбината было осуществлено лишь в 1979 году строительством по этой оси административного корпуса комбината в виде так называемого «столбика» (проект ГПИ-6 Минлегпрома СССР, арх. В.А. Новиков и Н.Ф. Менде) (рис. 6 б). Таким образом по отношению к комбинату, в отличие от фабрики им. Дзержинского, здесь последовательно сложилось глубокое пространство площади, и здания комбината её формировали лишь опосредовано по небольшому фронту застройки. Более того, исторические корпуса в этой композиционной схеме оказались планировочно развёрнутыми на 30°, что, с одной стороны, не «ложилось» в принятую комбинаторику площади, но с другой – позволяло увидеть их «в объёме».



Рис. 4. Прядильная фабрика «Красная Талка». Фотография 1930-х годов

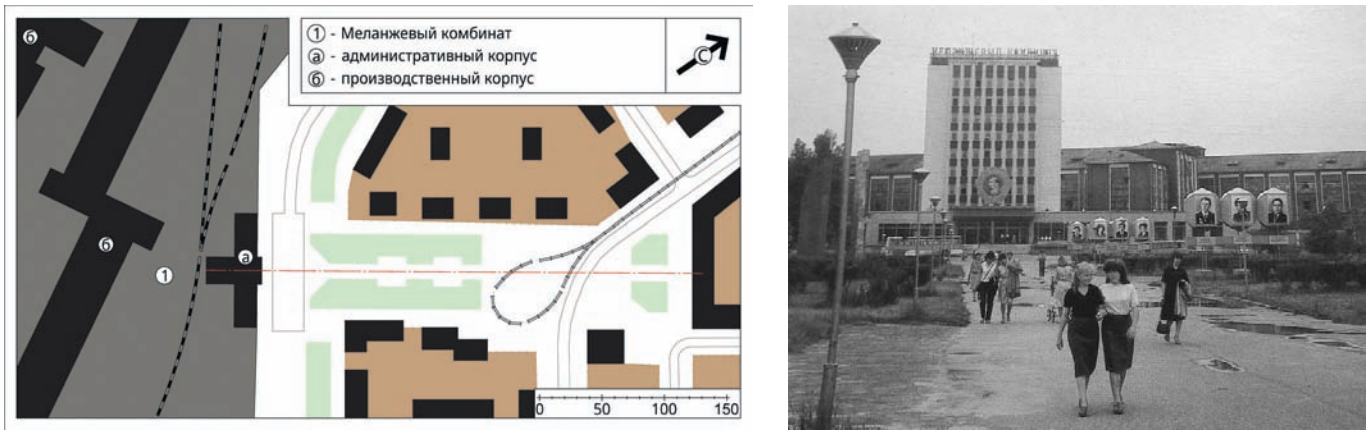
Однако чёткое градостроительное решение площади просуществовало недолго. В 2010-е годы на ней возвели здание сетевого продовольственного магазина и церкви.

В начале 1930-х годов увеличение промышленного потенциала Иваново-Вознесенска осуществлялось путём строительства новых предприятий других отраслей – машиностроения, пищевой отрасли, отрасли строительных материалов. Рядом с железнодорожной веткой на Юрьев-Польский в это



а) *б)*

Рис. 5. Меланжевый комбинат: а) фотография 1930-х годов; б) немецкая аэрофото-съёмка Люфтваффе. 1942 год



а) *б)*

Рис. 6. Предзаводская площадь меланжевого комбината: а) авторская графо-аналитическая схема на 1990 год; б) фотография 1980-х годов

время возводятся новые заводы – «Ивторфмаш» (торфяных машин) и Силикатный, подвергается коренной реконструкции завод «Ивтекмаш» (текстильного машиностроения).

Завод «Ивторфмаш» был заложен 1 мая 1931 года на северной окраине города, пущен 1 июня 1932-го. Проектирование выполнялось в 1930–1931 годах институтом «Ленгипромаш» [14]. Завод представлял собой комплекс нескольких корпусов, в их числе самостоятельное административное здание, обращённое в сторону городской застройки. Однако в довоенные годы пространство перед ним также не было архитектурно сформировано. Фактически оно долго представляло собой пустырь с расположенными вдали одноэтажными деревянными домами усадебного типа местечка Минеева.

Так же, как у Меланжевого комбината, предзаводская площадь стала приобретать чёткую пространственную структуру лишь в 1950-е годы. Административный корпус фланкировал одну из продольных (западную) сторон площади, а рядом расположенная проходная замыкала перспективу проезда Торфмаша. По остальному периметру прямоугольного в плане пространства (размерами 120×180 м – 2,2 га) был построен ряд двух-трёхэтажных многоквартирных жилых домов в стиле сталинской архитектуры, а также заводской стадион (рис. 7). Позднее, в 1960–1970-е годы, в центре площади был разбит сквер, появилась тематическая монументально-декоративная композиция, планировка сквера была сформирована на основе двух взаимно перпендикулярных осей площади, одна из которых начиналась от входа в административное здание.

В настоящее время площадь сохранила свой исторический облик.

Силикатный завод строился в 1929–1931 годах по адаптированному инженером А.М. Робинзоном типовому проекту треста «Кирпичстрой». Прямо на территории предприятия осуществлялась добыча сырья, а основными постройками были не столько здания, сколько технологические сооружения (эстакады, бункера, смесители и пр.) [15]. Во время строительства завод территориально располагался за пределами городской черты, основной массив производственных сооружений был размещён на расстоянии около 250 м от близлежащей дороги, ставшей позднее улицей городского значения, и не имел композиционной планировочной взаимосвязи с ней.

Административное здание на территории предприятия было построено лишь в 1950-е годы на расстоянии 75 м от улицы и обращено в её сторону, но осталось внутри, в пределах ограды завода, которая до сих пор является границей небольшого предзаводского пространства. От центрального входа его симметричного фасада (что характерно для периода начала 1950-х годов) к улице проложена центральная дорожка, ставшая своеобразной композиционной осью, а вход с центральными воротами и фланкирующими его калитками отсылает к архитектурной организации входных зон усадеб нежели промышленных предприятий.

Предзаводская площадка постепенно превратилась в сквер, южнее была возведена автозаправочная станция, а на противоположной стороне улицы стихийно выросли одноэтажные постройки магазинов, склады (рис. 8). Несмотря на расположение к северу от административного здания заводского клуба, стыковое пространство (габаритами 70×150 м – 1 га), к сожалению, до сих пор не приобрело целостного ландшафтно-планировочного решения и ощущения единой предзаводской площади.

В 1930-е годы в Иванове активно стала развиваться пищевая промышленность. Новые хлебозаводы размещались в структуре городской застройки (на улицах Спартака, Парижской Коммуны) без организации предзаводских площадок. Такие возможности благодаря объёмно-планировочным решениям производственных зданий были. Другие предприятия отрасли были сгруппированы в восточный промышленный район на восточной окраине местечка Соснева. Здесь разместились хладокомбинат, маргариновый завод, мясокомбинат, объединённые общей транспортной (в том числе железнодорожной) и инженерной инфраструктурами.

Восточный промышленный район, состоящий из ряда небольших предприятий, получил уже в начале 1930-х годов объединённую предзаводскую площадь. С севера она фланкировалась территорией маргаринового завода, с востока – хладокомбинатом и мясокомбинатом (проект мясокомбината

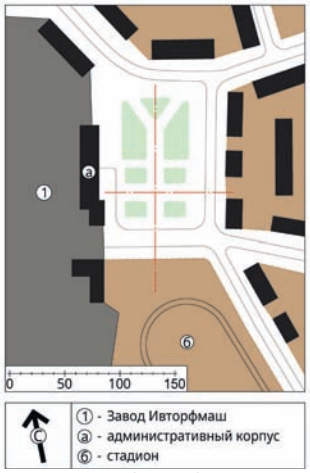
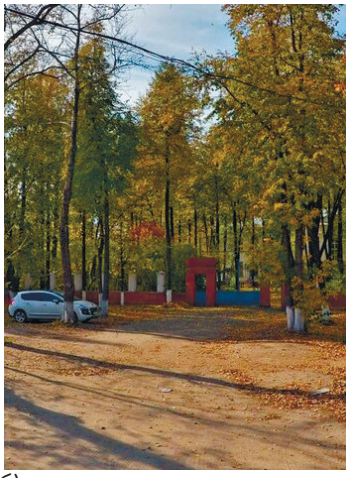


Рис. 7. Предзаводская площадь завода «Ивторфмаш». Авторская графоаналитическая схема на 1990 год



а)



б)

Рис. 8. Предзаводская зона силикатного завода: а) авторская графоаналитическая схема на 1990 год; б) фотография 2010-х годов

выполнен Всесоюзной конторой «Гипромясо» [16]). Для тех лет это было достаточно новым прогрессивным явлением. Промрайон строился так же, как и Меланжевый комбинат, – вне пределов городской застройки.

С юга долгое время предзаводское пространство не получало какого-либо завершения. И лишь к концу 1950-х годов складываются сегодняшние очертания площади. Её размеры не столь велики (80×100 м – 0,8 га). Однако к западу она планировочно получила дополнительное развитие вглубь жилого района достаточно широким (по сравнению с остальными улицами) линейным пространством шириной 50 и длиной 280 м с появившимся позднее бульваром. Перспективу этой площади по центральной оси визуально замыкало и замыкает поныне крупное брутальное здание холодильника, возведенное в 1932 году (рис. 9). С севера – корпуса маргаринового завода. Такое решение с бульваром,



а)



б)

Рис. 9. Предзаводская площадь восточного промышленного района: а) авторская графоаналитическая схема на 1990 год; б) фотография 2010-х годов

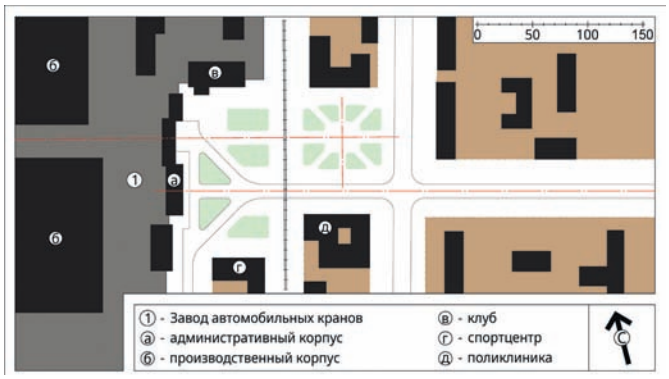


Рис. 10. Предзаводская площадь завода автомобильных кранов. Авторская графоаналитическая схема на 1990 год

ведущим к главной площади промышленного района, в Иванове было применено впервые, оно отсылает к таким градостроительным прототипам предзаводских пространств, как Новокузнецкий металлургический комбинат, Уралмаш, проектировавшимся также на рубеже 1920–1930-х годов.

Однако целостное пространственное «обрамление» этой площади, несмотря на попытки 1950-х и 1970-х годов, так и не было сформировано. Уже в рыночную эпоху новой России в центре этого пространства появились мелкие строения авторемонтных мастерских.

Во второй половине 1930-х годов активного нового промышленного строительства в Иванове не велось. Отдельные производственные корпуса возводились в пределах уже сформированных предприятий.

Промышленное освоение новых территорий началось лишь в конце 1940-х после Постановления Правительства СССР от 27 ноября 1948 г. «О строительстве машиностроительных заводов в Иванове и области». Оно было принято в том числе и в целях исправления явных диспропорций в демографической структуре города, доля женского населения в котором достигала 75%. Новые машиностроительные заводы формируются в новый Южный промышленный район. Здесь в 1949 году закладывается завод автомобильных кранов (пущен в действие в 1954-ом), в 1956-ом сдаётся в эксплуатацию завод испытательных приборов, в 1958-ом – завод расточных станков (заложен в 1953-ем). Во вновь формируемом Нижнеувольском промышленном районе в 1956 году вводится в эксплуатацию завод исполнительных механизмов (вскоре перепрофилированный в завод чесальных машин), в 1958-ом начинает строиться, а в 1963-ем вступает в строй Ивановский камвольный комбинат.

Предзаводские площади этих предприятий уже проектируются с учётом развития архитектурной науки. Но если до середины 1950-х годов предзаводские площади решаются как компактные, ограниченные зданиями пространства, то с конца 1950-х годов они, как правило, располагаются в структуре санитарных разрывов (санитарно-защитных зон) между предприятием и селитебными территориями. Это были новые веяния эпохи модернизма, в основу идеологии которой были положены образы «открытости», «наступившего будущего», «природы», «естественности», «универсума» (по Д. Михейкину [17]).

Завод автомобильных кранов проектируется государственным институтом «Гипромаш» (Москва) и получает главную предзаводскую площадь на замыкании оси улицы Воронина. Постепенно она формируется в виде компактного Г-образного в плане пространства (размерами 150×225 м – 3,4 га), образуемого с юга зданием поликлиники и спортивного центра (1960), а позднее – с северной стороны – многоэтажным жилым домом и клубом завода (1980-е). Здесь располагается административный трёхэтажный корпус, центральная архитектурная ось которого чётко совпадет с осью улицы Воронина, перпендикулярно подходящей к предзаводской

площади (рис. 10). Таким образом, как и в случае с Меланжевым комбинатом, здесь сложилось глубокое пространство площади. Административные здания завода находятся лишь с её одной, короткой, стороны. Однако эта ось в пространстве сложно читаема, так как этажность административного здания составляет всего три этажа, а центр акцентирован лишь небольшим аттиком и строенными узкими окнами.

Вместе с тем отчётливо формируется и ось по основному внутреннему проезду (внутренней улице) завода, не совпадающая с осью внешней, но замыкающаяся со стороны предприятия главным въездом в виде крупной арки с северного торца административного корпуса.

К сожалению, верный градостроительный замысел начала 1950-х годов в начале XXI века в угоду частным интересам был нарушен. Почти в центре площади возведено здание автомобильного торгового центра.

Завод испытательных приборов был построен вдоль улицы Лежневской, при въезде в город с автомобильной трассы Владимир – Иваново (проект московского института «Гипроприбор»). Его предзаводское пространство фактически явилось зелёной эспланадой шириной 60 м, на которую своим главным фасадом обращён трёхэтажный производственный корпус. Главный вход и въезд на территорию обозначен высокой аркой административного корпуса, акцентной башней и небольшой открытой площадкой, создающими главную, перпендикулярную эспланаде, композиционную ось (рис. 11). Эта запроектированная композиция практически сохранена до сегодняшнего времени, несмотря на то, что в структуре зелёной эспланады возведено несколько общественных зданий.

Завод расточных станков (проект института «Гипростанок», Москва), в отличие от завода испытательных приборов, обращён в сторону города (к идущей параллельно улице Станкостроителей) исключительно зданиями административного и конструкторского назначения. Однако его предзаводская площадь также фактически представляет собой широкую линейно вытянутую зелёную эспланаду на протяжении всей стыковой зоны предприятия и селитебных кварталов (рис. 12). Ширина озеленения составила 120 м, а расстояние от общественного комплекса зданий завода до жилой застройки – 180 м. Невысокие (3-4 этажа) административные здания 1960-х годов в конце 1980-х были дополнены в восточной части девятиэтажным корпусом-столбиком, ставшим своеобразной высотной доминантой этого промышленного комплекса и самогó обширного озеленённого пространства. Главный вход на предприятие с открытой площадкой так же, как и у завода испытательных приборов, сформировал главную композиционную ось, перпендикулярную оси эспланады. Сегодня в структуре зелёной полосы возведены отдельные общественные здания, в том числе храм, а также АЗС.

Завод чесальных машин (первоначально – Завод исполнительных механизмов) свою границу со стороны улицы Павла Большевикова получил практически по её красной линии, которая сформирована так же, как и у завода расточных станков, исключительно общественными зданиями предприятия. Однако, в отличие от вышерассмотренных двух предприятий, здесь перед промышленной площадкой отсутствует развитая предзаводская территория. Но через проезжую часть параллельно предприятию прошла озеленённая полоса 80-метровой санитарно-защитной зоны, образовав незастроенное пространство между заводом и селитьбой шириной 130 м (рис. 13).

Камвольный комбинат проектировался ивановским проектным институтом ГПИ-6 Минлегпрома СССР. Предприятие было построено вдоль улицы Куконковых, ведущей к Кохомскому шоссе. Непосредственно от его административно-общественного комплекса был запроектирован и реализован главный

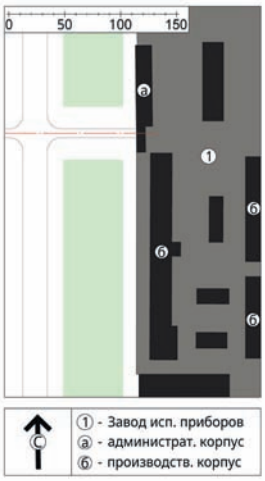
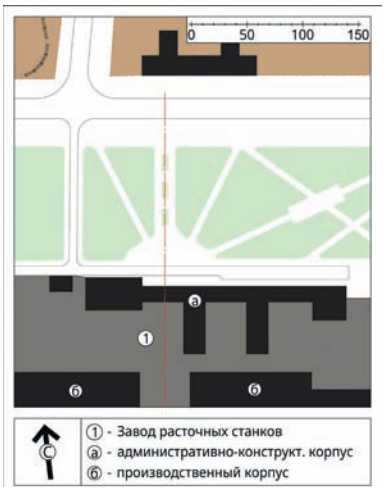


Рис. 11. Предзаводская зона завода испытательных приборов. Авторская графоаналитическая схема на 1990 год



а)



б)

Рис. 12. Предзаводская зона завода расточных станков (тяжёлого станкостроения): а) авторская графоаналитическая схема на 1990 год; б) фотография 2000-х годов

проспект нового жилого района – проспект Текстильщиков, ось которого перпендикулярна лицевой стороне комбината. Он, так же как и завод чесальных машин (в отличие от заводов испытательных приборов и расточных станков), получил неширокое пространство перед проходной и административным корпусом, протянувшееся к впоследствии возведённому инженерному корпусу. Его ширина до проезжей части улицы Куконковых составляет всего 27 м. Но далее параллельно предприятию расположилась протяжённая озеленённая санитарно-защитная зона шириной 170 м (успешно застроенная на рубеже XX–XXI веков). Разрыв между застройкой комбината и жилым районом составил 270 м (рис. 14).

Итак, подходы к формированию предзаводских площадей в первые 50 лет советского периода преодолели несколько этапов, а градостроительные поиски предвоенных и первых десятилетий послевоенных лет в этой области получили наглядное отражение на примере ивановских предприятий. Анализ рассмотренных площадей, последовательности и закономерностей их формирования систематизированый в таблицах 1 и 2.

* * *

Проектирование и строительство промышленных предприятий в Иванове в рассматриваемый период осуществлялось в несколько этапов.

• 1-й этап – начало социалистической индустриализации (вторая половина 1920-х годов), строительство новых текстильных предприятий, этап отсутствия теории предзаводских площадей.

• 2-й этап – активная фаза социалистической индустриализации (первая половина 1930-х годов), строительство предприятий тяжелой индустрии, пищевой отрасли, этап разработки теории предзаводских площадей.

• 3-й этап – послевоенное индустриальное строительство (конец 1940-х – первая половина 1950-х годов), строительство предприятий машиностроения, этап формирования теории предзаводских площадей.

• 4-й этап – развитие социалистической индустрии (конец 1950-х – начало 1960-х годов), строительство предприятий машиностроения, текстильной отрасли, этап развития теории предзаводских площадей.

Если в самом начале первого этапа промышленное строительство осуществлялось в структуре уже́ сформированной городской планировочной структуры, то в конце этапа и на протяжении всех последующих новое промышленное строительство осуществлялось на новых окраинных территориях. В эти первые годы социалистической индустриализации в Иваново-Вознесенске пока реализовывались ещё дореволюционные приёмы взаимного расположения промышленных площадок и селитебных кварталов – без проектирования предзаводских площадей (что фиксируют архивные проектные материалы). Лишь на фабрике им. Дзержинского, строившейся по итогам международного конкурса, предполагалась полоса озеленения в пределах самого предприятия, так и не ставшая полноценным предфабричным пространством. Впрочем, на данном этапе эта проблематика ещё не была актуальна для архитектурного сообщества и архитектурной теории.

Но уже в начале 1930-х годов в ряде проектов гигантов советского машиностроения и металлургической отрасли предусматривались предзаводские площади с размещением на них объектов соцкультбыта предприятий, взаимоувязанные градостроительные композиции и ансамбли прилежащих селитебных территорий (Новокузнецк, Магнитогорск, Свердловск, Нижний Тагил, Горький, Челябинск и пр.). Однако в Иванове такая практика зафиксирована не была (даже в проектах). Возможно, их реализация предполагалась

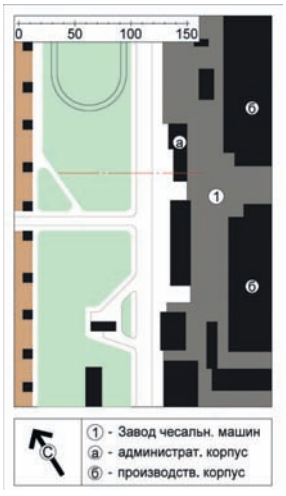


Рис. 13. Предзаводская зона завода чесальных машин. Авторская графоаналитическая схема на 1990 год



Рис. 14. Предзаводская зона камвольного комбината. Фотография 1980-х годов

Таблица 1. Хронология и градостроительные условия формирования предзаводских площадей и пространств крупных предприятий 1920–1960-х годов города Иванова

Наименование предприятия	Год строительства предприятия	Расположение по отношению к сложившейся застройке	Время формирования площади	Сохранность первоначального решения
Фабрика им. Дзержинского	1926–1927	В сложившейся планировочной структуре	–	–
Мало-Дмитриевская мануфактура	1927–1928	В сложившейся планировочной структуре	–	–
Фабрика «Красная Талка»	1927–1929	На новой территории	–	–
Меланжевый комбинат	1928–1929	На новой территории	1950-е годы	частично застроено
Силикатный завод	1929–1931	На новой территории	–	–
Ивторфмаш	1930–1931	На новой территории	1950-е годы	сохранено
Восточный промрайон (маргариновый завод, хладокомбинат, мясокомбинат)	1932–1937	На новой территории	1950-е годы	частично застроено
Завод автокранов	1949–1954	На новой территории	1950-е годы	частично застроено
Завод испытательных приборов	1953–1956	На новой территории	1950-е годы	сохранено
Завод чесальных машин	1953–1956	На новой территории	–	–
Завод расточных станков	1953–1958	На новой территории	1950-е годы	частично застроено
Камвольный комбинат	1958–1963	На новой территории	1960-е годы	сохранено

Таблица 2. Градостроительные характеристики предзаводских площадей и пространств крупных предприятий 1920–1960-х годов города Иванова

Наименование предприятия	Размеры и пропорции пространства	Вид пространства по отношению к предприятию	Роль зданий предприятия в системе осей предзаводской площади (площадки) и близлежащих улиц
Фабрика «Красная Талка»	–	–	Производственное здание замыкает перспективу подходящей к предприятию улицы
Меланжевый комбинат	80×370 м (3 га), 1:4,6	Глубокое	Административное здание замыкает главную, продольную, ось площади
Силикатный завод	Сквер шириной 75 метров	Неглубокое	Административное здание замыкает главную, поперечную, ось сквера
Ивторфмаш	120×180 м (2,2 га), 1:1,5	Неглубокое	Административное здание замыкает второстепенную ось площади, проходная – ось выходящей на площадь улицы
Восточный промрайон (маргариновый завод, хладокомбинат, мясокомбинат)	80×100 м (0,8 га), 1:1,25	Глубокое	Здание «холодильника» замыкает главную, продольную, ось площади
Завод автокранов	150×225 м (3,4 га), 1:1,5	Глубокое	Административное здание замыкает главную, продольную, ось площади, совпадающую с осью выходящей на площадь улицы
Завод испытательных приборов	В С33 шириной 60 м.	Неглубокое	Административное здание с проходной замыкает главную, поперечную, ось предзаводского пространства
Завод расточных станков	В С33 шириной 120 м.	Неглубокое	Административное здание с проходной замыкает главную, поперечную, ось предзаводского пространства
Камвольный комбинат	Линейная площадка шириной 27 м.	Неглубокое	Комплекс административно-бытовых зданий замыкает перспективу проспекта Текстильщиков

в дальнейшем, так как близлежащие к основным входам предприятий территории в течение более чем двадцать лет оставались исключёнными из строительной деятельности. Предзаводские площади перед Меланжевым комбинатом, заводом «Торфмаш», комплексом пищевых предприятий Восточного промрайона, сквер перед Силикатным заводом стали градостроительно оформляться лишь в 1950-е годы. Таким образом, можно утверждать, что практика создания предзаводских площадей в Иванове берёт своё начало уже в третьем, послевоенном этапе.

Формируемые в начале 1950-х годов предзаводские площади были компактны, получали «замкнутый» периметр застройки. Основным планировочным решением их стала прямоугольная форма, на замыкании главной или второстепенной оси располагалось административное здание или проходная (площади меланжевого комбината, заводов автокранов, «Ивторфмаш»), крупные производственные постройки (площадь восточного промрайона). Эти оси площадей нередко являлись одновременно и осями подходящих улиц (площадь завода автокранов, восточного промрайона). Такая их планировочная и пространственная организация была обусловлена преобладавшей конце 1940-х – начале 1950-х годов концепцией регулярного города-ансамбля (по Ю.Л. Косенковой [18]), реализуемая на территории всей страны. Однако развитых градостроительных комбинаций (типа многолучий) в проектах ивановских предприятий не практиковалось.

Четвёртый этап ознаменовался новыми подходами к организации предзаводских площадей. Вместо замкнутого застройкой прямоугольного пространства стало преобладать пространство открытых, линейных форм. Оно располагалось в пределах озеленённой санитарно-защитной зоны и ограничивалось с одной стороны комплексом предприятия, а с другой – на большом расстоянии – селитебной застройкой (заводы «Точприбор», расточных станков, чесальных машин, Камвольный комбинат). Планировочно функции предзаводской площади восприняла широкая предзаводская площадка, часто визуально ограниченная массивом зелёных насаждений. Это уже не была «площадь» в традиционном понимании этого слова (недаром ни одно из этих предзаводских пространств не получило официальное название площади, в отличие, например, от площади Меланжистов перед Меланжевым комбинатом или площади Примирения у Восточного промышленного района). Различия наблюдались лишь в том, насколько близко к застройке промпредприятия располагалась проезжая часть улицы. Причиной внедрения таких планировочных решений, своеобразной «открытости», растворенности предзаводских площадей в городском пространстве были новые концепции и установки в советском градостроительстве рубежа 1950–1960-х годов, которые были восприняты практически всеми проектными организациями СССР.

Сегодня, к сожалению, в одних случаях первоначальный градостроительный замысел некоторых из этих площадей искажён постановкой на их когда-то открытых участках зданий коммерческого характера, а другие ещё способны явить при грамотном завершении исторически преемственные и композиционно целостные пространства.

Принятые сокращения

ВСНХ СССР – Высший совет народного хозяйства СССР

ГАИО – Государственный архив Ивановской области (Государственное бюджетное учреждение Ивановской области)

ОКН – объект культурного значения

Список источников / References

1. *Антипов, П.И.* Конкурс на кино-фабрику «Совкино» / П.И. Антипов // Строительная промышленность. 1927. № 9. С. 614–617.

Antipov P.I. Competition for the Sovkino Film Factory. In: *Stroitel`naya promyshlennost`*,1927, no. 9, pp. 614–617. (In Russ.)

2. *Веснин, А.А.* Проект планировки города Кузнецка / А.А. Веснин, Л.А. Веснин // Современная архитектура. 1930. № 3. С. 13–17.

Vesnin A.A., Vesnin L.A. The Draft Layout of the City of Kuznetsk. In: *Sovremennaya arkhitektura*, 1930, no. 3, pp. 13–17. (In Russ.)

3. *Агеев, С.С.* Главный коридор Уралмашзавода / С.С. Агеев, А.В. Реймер. Екатеринбург : TATLIN, 2022. 184 с.

Ageev S.S., Reimer A.V. The Main Corridor of Uralmashzavod. Ekaterinburg, : TATLIN Publ., 2022. 184 s. (In Russ.)

4. *Конышева, Е.В.* Челябинский тракторный завод и соцгород ЧТЗ / Е.В. Конышева. Екатеринбург : TATLIN, 2024. 220 с.

Konysheva E.V. Chelyabinsk Tractor Plant and the Social City of ChTZ. Ekaterinburg : TATLIN Publ., 2024. 220 s. (In Russ.)

5. *Гордин, А.А.* Горьковский автомобильный завод. История и современность. 1932–2012 / А.А. Гордин. Н. Новгород : Кварц, 2012. 320 с.

Gordin A.A. Gorky Automobile Plant. History and Modern Times. 1932–2012. N. Novgorod, Kvarts, 2012, 320 s. (In Russ.)

6. *Мостаков, А.М.* Планировка Нижнего Тагила / А.М. Мостаков // Планировка и строительство городов. 1935. № 5. С. 3–13.

Mostakov, A.M. The Layout of Nizhny Tagil. In: *Planirovka i stroitel`stvo gorodov*. 1935, no. 5, pp. 3–13. (In Russ.)

7. *Баранов, Н.В.* Планировка, реконструкция и застройка Ярославля // Н.В. Баранов, В.Л. Гайкович // Планировка и строительство городов. 1935. № 12. С. 15–21.

Baranov N.V., Gajkovich V.L. Planning, Reconstruction, and Development of Yaroslavl. In: *Planirovka i stroitel`stvo gorodov*, 1935, no. 12, pp. 15–21. (In Russ.)

8. *Зильберт, А.Э.* Планировка промышленной территории / А.Э. Зильберт // Проблемы архитектуры: сборник материалов : Том I : Книга 2. М. : Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1936. С. 7–38.

Zil'bert A.E. Industrial Area Layout. In: *Problems of Architecture*, Collection of Vaterials, Vol. 1, Book 2. Moscow, Publishing house of the All-Union Academy of Architecture, 1936, pp. 7–38. (In Russ.)

9. *Гераскин, Н.С.* Архитектура русской текстильной фабрики XIX и начала XX веков : дис.... д-ра архитектуры : 18.00.01 / Н.С. Гераскин. М. : МАРХИ, 1972. 357 с.

Geraskin N.S. Architecture of the Russian Textile Factory in the 19th and Early 20th Centuries, Doct. arch. sci. diss. Moscow, MArchI, 1972, 357 p. (In Russ.)

10. *Хлебников, Н.И.* Становление советской архитектуры в Иваново-Вознесенском промышленном районе: дис. ... канд. архитектуры: 18.00.01 / И.Н. Хлебников. М., 1981. 217 с.

Khlebnikov N.I. The Formation of Soviet Architecture in the Ivanovo-Voznesensk Industrial District, Cand. arch. sci. diss. Moscow, 1981, 217 p. (In Russ.)

11. *Снитко, А.В.* Исторические промышленные города Центра России: Закономерности эволюции архитектуры промышленно-селитебной застройки / А.В. Снитко. Иваново : Научная мысль, 2014. 169 с.

Snitko, A.V. Historical Industrial Cities of Central Russia: Patterns of Industrial and Residential Architecture Evolution. Ivanovo, Nauchnaya mysl' Publ., 2014, 169 p. (In Russ.)

12. *Казусь, И.А.* Советская архитектура 1920-х годов: организация проектирования / И.А. Казусь. М. : Прогресс-Традиция, 2009. 464 с.

Kazus' I.A. Architecture of the 1920-s: Design Organization. Moscow, Progress-Traditsiya Publ., 2009, 464 p. (In Russ.)

13. К постройке Меланжевого комбината в гор. Иваново-Вознесенске // Строительная промышленность. 1928. № 4. С. 299–302.

On the Construction of a Melange Plant in the City Ivanovo-Voznesensk. In: *Stroitel'naya promyshlennost'*, 1928, no. 4, pp. 299–302. (In Russ.)

14. Новый металлогигант в Иванове // Рабочий край. 1930. 12 авг.

The New Metal Giant in Ivanovo. In: *Rabochii krai*, August 12, 1930. (In Russ.)

15. Ивановский силикатный, 1931– 2001 // История завода : Сборник статей / Сост. П.Ф. Белов. Иваново : Ивановская газета, 2001. 328 с.

Ivanovsky Silicate, 1931–2001. In Belov P.F. (comp.): *History of the Plant*, A collection of articles. Ivanovo, Ivanovskaya gazeta Publ., 2001, 328 p. (In Russ.)

16. *Снитко, А.В.* Неизученные объекты промышленной архитектуры в г. Иваново: мясокомбинат 1930-х гг. в местечке Соснево / А.В. Снитко, П.С. Балынин, П.М. Расторгуев // Приволжский научный журнал. 2025. № 3. С. 186–195.

Snitko A.V. Balynin P.S., Rastorguev P.M. Unexplored Industrial Architecture Sites in Ivanovo: The 1930s Meat Processing Plant in Sosnevo. In: *Privolzhsky Scientific Journal,* 2025, no. 3, pp. 186–195. (In Russ., abstr. in Engl.)

17. Михейкин, Д.И. Образы нового в Советской архитектуре на рубеже 1950–1960-х годов : дис....канд. архитектуры: 2.1.11. / Д.И. Михейкин. М. : НИИТИАГ, 2023. 245 с.

Mikheikin D.I. Images of the New in Soviet Architecture at the Turn of the 1950s and 1960s, Cand. arch. sci. diss. Moscow, NIITIAG, 2023, 245 p. (In Russ.)

18. *Косенкова, Ю.Л.* Советский город 1940-х – первой половины 1950-х годов: дис. ... докт. архитектуры: 18.00.01 / Ю.Л. Косенкова. М., 2000. 690 с.

Kosenkova Yu.L. The Soviet City of the 1940s – the First Half of the 1950s, Doct. arch. sci. diss. Moscow, 2000. 690 p.

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 79–90.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 79–90.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.03:711.01/09
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-79-90

Достопримечательное место: Миусская площадь – площадь просвещения, образования и науки

Беляева Елена Львовна (Москва). Кандидат технических наук, советник РААСН, академик РАЕН. Институт геобиосферных исследований (127521, Москва, 12, Анненский проезд. ИГБИ). Эл. почта: igbi@yandex.ru

Беляев Александр Юрьевич (Москва). Кандидат технических наук, член-корреспондент РАЕН. Эл. почта: igbi@yandex.ru

Аннотация. В статье на примере Миусской площади в Москве, обладающей ценным архитектурно-градостроительным и социокультурным наследием эпохи модерна (конец XIX – начало XX века), показан комплекс проблем и задач, учёт которых необходим для изучения и решения вопросов комплексной регенерации и развития территорий.

Рассмотрено междисциплинарная проблематика и методика сохранения и обеспечения сохранности архитектурно-градостроительного материального и нематериального наследия. Показано, что оба подхода составляют комплексное содержание социокультурной оценки его ценности. Классическая методология градостроительного регулирования в плотно застроенных крупных и крупнейших городах может быть наиболее эффективной при создании в исторических зонах городов комплексных объектов культурного наследия – достопримечательных мест, которые могут включать памятники и архитектурные ансамбли, ландшафтные объекты, а также историческая память, традиции, духовные и нравственные ценности, «дух места» как составляющие «предмета охраны».

Ключевые слова: законодательство, исторические зоны городов, «достопримечательное место» как вид наследия, особенности и предмет охраны, социокультурные и социогуманитарные ценности, традиции, преемственность, развитие, благоустройство, духовно-нравственные ценности, просвещение, образование, наука

Для цитирования. Беляева Е.Л., Беляев А.Ю. Достопримечательное место: Миусская площадь – площадь просвещения, образования и науки // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 79–90. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-79-90.

Heritage Site: Miusskaya Square – The Square of Enlightenment, Education, and Science

Belyaeva Elena L. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology, Advisor of RAACS, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences. Institute of Geobiosphere Research. E-mail: igbi@yandex.ru

Belyaev Alexander Yu. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences. E-mail: igbi@yandex.ru

Abstract. Using Miusskaya Square in Moscow, with its valuable architectural, urban planning, and sociocultural heritage of the Art Nouveau period (late 19th–early 20th century), as a case study, the article identifies a set of tasks required to address the integrated regeneration and development of such areas.

The case of Miusskaya Square made it possible to comprehensively examine the preservation and safeguarding of tangible and intangible architectural and urban planning heritage, as well as the comprehensive scope of the sociocultural assessment

© Беляева Е.Л., 2026.

of its value. It is shown that the conventional methodology of urban planning regulation in densely built-up large cities and metropolitan areas can be most effective when integrated cultural heritage properties classified as heritage sites are established within historic urban areas. Such heritage sites may include individual monuments and architectural ensembles, as well as important protected attributes such as traditions and spiritual and moral values.

Keywords: legislation, historic urban areas, heritage site as a category of cultural heritage, character-defining features and protected attributes, sociocultural and socio-humanitarian values, traditions, continuity, development, urban improvement, spiritual and moral values, enlightenment, education, science

For citation. Belyaeva E.L., Belyaev A.Yu. Heritage Site: Miusskaya Square – The Square of Enlightenment, Education, and Science. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 79–90, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-79-90.

Актуальность и междисциплинарные вопросы сохранения наследия

По результатам актуализации на государственном уровне законодательства об охране культурного наследия, градостроительной деятельности и благоустройства, недавно были внесены изменения в Федеральный Закон 73-ФЗ, актуализировались цели, задачи и требования в отношении межотраслевой деятельности по сохранению и обеспечению сохранности историко-культурного и архитектурно-градостроительного наследия в городах при регенерации исторических территорий с использовании механизмов КРТ и ГЧП. Особую актуальность приобрели задачи развития методологии междисциплинарных обоснований проектов сохранения наследия с учётом его архитектурно-градостроительной ценности и социокультурной значимости. Вопросы методики регенерации и благоустройства исторических территорий, доложенные автором на междисциплинарных конференциях и семинарах в институте социологии РАН и в РГГУ, вызвали большой интерес участников, поскольку проблематика остаётся малоизученной как с градостроительных, так и с социологических (социокультурных) позиций, где предмет оценки не определён точно, а само понятие используется широко и не всегда оправданно. Как представляется, рассматривать проблематику стоит – на практическом материале, понятном для градостроителей, историков, социологов и культурологов в силу большей объективности и аргументированности выводов.

Хорошим примером для исследования является Миусская площадь в Москве, на которой расположен комплекс зданий РГГУ и, соответственно, можно было ожидать, что многие поколения социологов её знают и любят. Этот пример был удобен тем, что ранее «ИГБИ» участвовал в обосновании и проекте сохранения объекта культурного наследия (ОКН) Сквер на Миусской площади (2018–2019; ООО «ПБ КРИС» – ООО «ИГБИ») и была возможность использовать его результаты. «Сквер», признанный произведением садово-паркового искусства, сегодня является частью исторически и эволюционно сложившейся функционально-планировочной и архитектурно-пространственной организации исторической Миусской площади, ограниченной улицами: Лесной, 1-ой Миусской, 4-ой Миусской (ныне Чаянова), Александро-Невской (ныне Александра Невского), где в значительной мере сохраняются архитектурно-историческое наследие, восприятие среды как исторической и особый «дух места», связанный с традиционными функциями застройки – просвещения, образования, науки. Традиции и «дух места» являются важнейшими социокультурными и историко-культурными явлениями – вопрос обсуждался с преподавателями, студентами и жителями района. Ответ был отрицательный – мало знали об истории места.

Отчасти это можно объяснить тем, что период создания площади относится к рубежу XIX–XX веков – периоду смены мировоззрений, переоценки ценностей, войн и революций, социальных и культурных потрясений, которые не щадят не только поколения и общество в целом, но и каждого человека, который объективно является участником исторического процесса. Вызывало удивление – почему уникальному социокультурному наследию данного места, которое объективно является «знаковым» для отечественной интеллигенции, истории просвещения, народного образования и воспитания, местная научная и педагогическая общественность не уделяет должного внимания.

Даже музей имени Цветаева, расположенный в здании РГГУ и имеющий отдельный вход с улицы Чаянова (филиал Музея изобразительных искусств им. А.С. Пушкина), мало посещаем, несмотря на то, что в нём представлена прекрасная экспозиция скульптуры и древнего искусства. В некоторых учреждениях, расположенных в зданиях и на территориях, имеющих статус объектов культурного наследия, есть свои музеи (например, в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша), но они доступны лишь для специалистов. В целом здесь можно констатировать, что социокультурная ценность Миусской площади практически не изучается и, соответственно, не пропагандируется, при том что площадь была задумана как «Площадь Просвещения» и включает не только архитектурно-градостроительное, но также исторические, социальные, культурные и духовные ценности.

Следует учитывать, что по данным Департамента культурного наследия города Москвы на июль 2026 года в рассматриваемых границах расположены исторические здания и территории, признанные объектами культурного наследия и ценной градостроительной среды. В исторических границах

Миусской площади конца XIX – начала XX века расположены: ОКН федерального значения – «Здание института биологической физики, в котором 22 апреля 2022 года Ленину Владимиру Ильичу была сделана рентгеноскопия грудной клетки в связи с предстоящей операцией по извлечению пули»; «Здание "Университета Шанявского", в котором в 1919 г. Ленин Владимир Ильич дважды выступал»; ОКН регионального значения «Сквер на Миусской площади»; «Клуб имени Зуева»; «Московское Промышленное училище в память 25-летия царствования Александра II [с 1923 годы – Московский химико-технологический институт (1898–1903, арх. М.К. Геппенер)], И.А. Иванов-Шиц»; «Миусская электрическая трамвайная подстанция» (1904, арх. А.И. Рооп), а также исторически ценные градоформирующие объекты: «Городской родильный дом (приют) А.А. Абрикосовой» (1906, 1927, арх. И.А. Иванов-Шиц), «Городское начальное училище имени императора Николая II (с оградой)» (1910–1913, арх. А.И. Рооп), «Мужское ремесленное училище им. А.П. Шелапутина» (1900-е , арх. Р. И. Клейн) и ОКН регионального значения «Ансамбль Миусского трамвайного депо» (1874, 1908–1910, 1930, арх. Н.К. Жуков, М.Н. Глейник, инж. Н.А. Сытенко, инж. В.Г Шухов).

Исследования для обоснования включения в реестр объектов наследия «достопримечательное место»

Для сохранения историко-культурного наследия Миусской площади в целом, в том числе его архитектурно-градостроительной и социокультурной составляющих, для планирования градостроительной деятельности и комплексного благоустройства не отдельных объектов, а территории в целом определяющую роль играет правовой статус места, который должен устанавливать общие подходы, задачи и методы сохранения и современного использования наследия исходя из действующего законодательства и градостроительных регламентов объектов и территорий, обеспечивая сохранение и сохранности «предмета охраны» при современном использовании и «вовлечении наследия в хозяйственный оборот».

Градостроительный анализ Миусской площади в её исторических границах показывает, что особого охранного статуса историческая площадь и ансамбль эпохи модерна не имеют, объектами культурного наследия не являются. Будучи расположенной в границах Камер-Коллежского вала, рассматриваемая территория входит в границы «объединённой охранной зоны памятников истории и культуры» исторической части города. При этом статус «объединённой охранной зоны» вряд ли можно считать работающим, судя по современной застройке противоположной стороны исторической Лесной улицы. По мнению авторов, для того чтобы реализовать комплексный подход к сохранению и обеспечению сохранности историко-культурного наследия Миусской площади при современном использовании целесообразно присвоение ей статуса ОКН регионального значения «достопримечательное место». Обоснования данного предложения предполагали выявление, обобщение и научный анализ сведений, фактов и особенностей Миусской площади, которые могут быть основаниями для придания статуса, приводятся ниже.

Анализ библиографических источников

Выполненный анализ библиографических источников показал, что история местности Миусы, расположенной к северо-востоку от Камер-Коллежского вала, – древняя, но несмотря на близость к Тверской заставе и Тверской-Ямской улице, территория Миусской площади, со всех сторон окружённая слободами, долго оставалась незастроенной и не благоустроенной (рис. 1). Практически до конца XIX века здесь размещался «лесной рынок», где велась торговля лесом для стройки, и только в конце столетия начинается «градостроительное освоение».

Согласно [1], численность населения Москвы в ту пору увеличилась с 400 тыс. чел. в 1861 году до 1 млн чел. к началу XX века и затем, к 1917 году, – до 1,8 млн чел. Демографический бум обычно связывают с отменой крепостного права, строительством крупнейшего в Европе железнодорожного узла и с притоком на рынок труда сельского населения. Вследствие ускоренного экономического роста, строительства в городе многочисленных предприятий различных отраслей промышленности, коммунального хозяйства, развития банковского,



а) б) в) г)

Рис. 1. Фрагменты исторических карт Москвы (источник: Отдел картографии РГБ): а) Рудольфовский план. 1848 год; б) Хотевский план. 1852 год; в) Захлыстовский план. Сущёвская часть. 1906 год; г) Кушнерёвский план. 1916 год

страхового и торгового бизнесов в Москве сложился огромный дефицит кадров, имеющих необходимую подготовку, образование и приемлемый уровень культуры для участия в производстве и проживания в городских условиях.

Как следует из библиографических источников начала XX века [2; 3], острой проблемой для Москвы была неразвитость её социальной сферы и благоустройства. Социальная инфраструктура не могла обеспечить требования экономики в условиях высокой концентрации населения и низкого уровня жизни. Существовал огромный недостаток жилья, учреждений здравоохранения, социальной защиты, просвещения, образования и культуры. В рассматриваемый период жилищное строительство велось активно и были построены многочисленные «доходные дома», в том числе в окружении Миусской площади, строилось жильё для рабочих, появились «коммунальные квартиры». Бывшие крестьяне, приехавшие в Москву, были не только бедны, но и неграмотны, их необходимо было научить читать и писать, дать начальное образование и обеспечить профессиональную подготовку – требовались подготовка учителей и преподавателей средних учебных заведений и ВУЗов. Сложилась острая потребность в кадрах высшей квалификации для производства, системы управления, образования, здравоохранения, социальной защиты, сельского и коммунального хозяйства, а также для науки, техники и культуры.

Социально-экономическая ситуация в России и в Москве осложнилась после поражения в русско-японской войне, за ней последовала череда восстаний и революций. Накануне Первой мировой войны стала очевидной необходимость переустройства экономики, формирования нового гражданского общества, что становилось факторами обороноспособности и безопасности государства. В упомянутых источниках [2; 3] приводятся многочисленные сведения о деятельности городских властей, Московской городской управы и Московского архитектурного общества, которые активно участвовали в обсуждении и решении острых социальных проблем города. В гражданском обществе в целом, и в архитектурном сообществе, в частности, присутствовало понимание важности личного участии в социально-значимых проектах, выполнявшихся для Москвы (И.П. Машков, И.А. Иванов-Шиц, М.К. Геппенер, Р.И. Клейн, Н.А. Эйхенвальд, В.М. Васнецов, А.Н. Померанцев и др.). Глубокий, детальный и эмоциональный анализ состояния и особенностей архитектуры и градостроительства Москвы на рубеже XIX–XX веков даёт М.В. Нащокина в предисловии к монографии «Архитектура Москвы эпохи модерна в творческих биографиях зодчих» [5], изданной в 2023 году.

Известно, что северная и северо-восточная части Москвы развивались быстрее других её районов, особенно после того, как у площади Тверской заставы был построен Александровский вокзал (позже переименованный в Смоленский, а затем – в Белорусский). Строился Савёловский вокзал: построены путевое хозяйство, депо, ускоренно развивались производства и склады, ориентированные на значительные грузовые и пассажирские перевозки. Быстро развивались Сущёвская часть Москвы и историческая местность «Миусы», однако район, расположенный поблизости от площади Тверской заставы, долго не застраивался и не благоустраивался, хотя строительство здесь планировалось давно. Поскольку в окружении Миусской площади строилось большое количество доходных домов, было принято специальное постановление Московской городской думы и введён запрет на строительство на площади жилья, поскольку здесь предполагалось размещение исключительно общественных зданий.

Первым на Миусской площади в 1878 году у Лесной улицы строится «Парк конно-железных дорог», по городу прокла-



Рис. 2. Конно-трамвайный парк. Историческая фотография (источник: Альбом зданий, принадлежащих Московскому городскому общественному управлению. Москва : Фототипия П.П. Павлова, 220 с.)



Рис. 3. Храм св. Александра Невского. 1917 год (источник: [8])

дываются рельсы для конки, и с этого собственно начинается история городского общественного транспорта Москвы. Уже в начале XX века рядом строится электроподстанция и прокладывается сеть маршрутов для электрического трамвая. Конный парк развивается и реконструируется под трамвайное депо, которое просуществовало почти 100 лет (рис. 2). Впоследствии здесь размещается троллейбусный парк, а не так давно его здания и территория приспособлены под торгово-развлекательный центр.

Строительство и благоустройство на Миусской площади планировались давно – с середины 1870-х годов, поскольку её местоположение было чрезвычайно выгодным для использования под городские нужды благодаря непосредственной близости к Тверской-Ямской, Триумфальной площади, к Тверской улице и соответственно к центру города – Кремлю. На рубеже XIX–XX веков по рекомендации Московской епархии на площади планируется размещение огромного храма св. Александра Невского. Храм должен был строиться в ознаменование отмены крепостного права Александром II на народные пожертвования. До этого было рассмотрено множество вариантов его местоположения и архитектурных проектов, подробно об этом можно прочитать в известной книге «Сорок Сороков» [8], но в итоге был принят вариант, разработанный академиком архитектуры А.Н. Померанцевым по эскизу В.М. Васнецова (рис. 3). Вместимость храма должна была составить 5000 чел., а размеры приближались к размерам Храма Христа Спасителя на Волхонке. Планировалось, что огромный храм станет основой архитектурной композиции и ансамбля Миусской площади, которая постепенно будет обстраиваться учебно-образовательными, просветительскими и научными учреждениями.

Фактически Миусская площадь и прилегающие кварталы начинают планироваться на рубеже XIX–XX веков [5–7] после того, как был построен Александровский вокзал, благоустроена площадь Тверской Заставы, на Лесной заработал конно-трамвайный парк. Первоначальная пространственно-планировочная роль Миусской площади при этом снизилась, тем не менее как единое функционально-планировочное образование она продолжала занимать большую территорию между Тверской-Ямской, Бутырским и Сущёвским Валом и Новослободской улицей.

Согласно [6; 7] в конце 1890-х были разработаны и утверждены: планировка Миусской площади, ставшая основой её архитектурно-градостроительного ансамбля, сеть улиц и переулков, названных Миусскими, и границы кварталов. Во внутренней планировочной структуре площади доминировала центральная часть – собственно площадь, расположенная на расстоянии трёх кварталов к востоку от Тверской-Ямской ули-



а) б) в) г) д) е)

Рис. 4. Фотофиксация исторических зданий – ОКН, на Миусской площади. Фотографии Е.Л. Беляевой. 2026 год: а) бывший Дом городских училищ в память 25-летия царствования императора Александра II. Архитектор М.К. Геппенер. 1899–1890 годы; б) бывшее Шелапутинское училище на территории РХТУ им. Менделеева. Архитектор Р.И. Клейн. 1902–1903 годы; в) здание бывшего Московского промышленного училища. Архитекторы М.К. Геппенер и И.А. Иванов-Шитц. 1898–1903 годы; г) здание бывшего Московского Народного университета имени А.Л. Шанявского. Архитекторы И.А. Иванов-Шитц и А.А. Эйхенвальд. 1912 год; д) комплекс зданий бывшего Физического института. Архитекторы А.Н. Соколов и А.А. Эйхенвальд. 1914–1917 годы; е) здание родильного приюта А.А Абрикосовой. Архитектор И.А. Иванов-Шитц. 1903–1906 годы

цы. Площадь имела форму прямоугольника, вытянутого вдоль оси запад-восток. В 1897 году императором Николаем II было лично утверждено местоположение храма: на площади – в её западной части, и сквера – в восточной. На сегодняшний день внутренняя планировка в исторических границах Миусской площади по улицам Лесная, 1-я и 4-я Миусские (ныне Чаянова), Александро-Невская (ныне Александра Невского) сохраняется. Только в самом конце XIX – начале XX века по решениям Московской городской управы на Миусской площади начинают предоставляться участки для размещения учебно-образовательных и научных учреждений, в составе которых присутствовали образовательная и просветительная функции. На рисунке 4 представлены современные фотографии наиболее значимых исторических построек на Миусской площади начала XX века.

В монографии Рапутова [7] приводятся перечни построек и схемы по периодам застройки Миусской площади, причём как важный факт отмечается, что ко времени закладки храма в 1913 году здания и сооружения в основном уже были построены. В этой работе приводится анализ особенностей архитектурно-градостроительного ансамбля Миусской площади, как площади «эпохи модерна». Важнейшими принципами создания площадей этого периода, в том числе Миусской площади, Рапутов считает чёткую планировочную структуру и последующую свободную застройку выделенных кварталов по принципу «выставки» при регламентированной высоте зданий (в данном случае это 17 м). Рапутов приводит схемы композиции ансамбля и показывает, что главная композиционная ось ансамбля (запад–восток) соединяла храм и главный вход в здание Московского городского промышленного училища имени Александра II (ныне главный корпус РХТУ им. Д.И. Менделеева), поперечная ось соединяла 3-ю Миусскую улицу (ныне ул. Фадеева) и Миусский переулок пешеходной дорожкой, проходящей вдоль западной границы сквера.

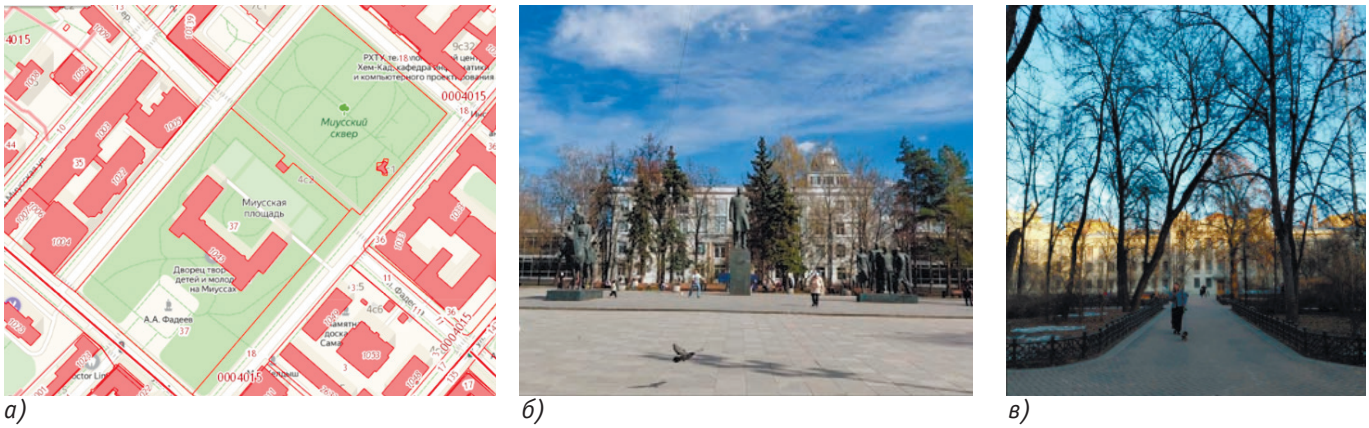
Точных сведений о том, когда было выполнено благоустройство на улично-дорожной сети и территориях в рассматриваемых границах не обнаружено. Данных, о том, что благоустройство полностью было выполнено ко времени завершения работ по храму к концу 1917 года, тоже нет, однако это достоверно известно. Судя по историческим фото, благоустройство выполнялось застройщиками индивидуально в границах участков, предоставленных для размещения объектов. Известно, что в 1914 году был благоустроен сквер – высажены аллеи лип, проложены дорожки, площадки, устроены цветники.

Источники утверждают, что храм св. Александра Невского построенный к концу 1917 года, не был завершён отделкой и впоследствии стал быстро разрушаться. Не удалось найти приемлемый вариант его использования под другие функции, и он был разобран в 1954 году [8]. Из числа построек, первоначально входивших в состав ансамбля Миусской площади в начале 1920-х годов, было разобрано здание известного Археологического института Археологического общества Москвы (1914) [9].

Краткий обзор основных сведений и фактов, касающихся истории места, ценности архитектурно-градостроительного ансамбля, памятников архитектуры, авторов построек, приводится в аналитической работе [10]. Для анализа архитектурной ценности исторических зданий на Миусской площади, их принадлежности авторам и стилям автор использовал сведения из монографии [5].

При сравнении исторических карт начала XX века, Публичной кадастровой карты РОСРЕЕСТРА, проведении натурных обследований в 2026 году автором было установлено, что местоположение и историческая планировочная структура архитектурно-градостроительного ансамбля площади в целом сохраняются, включая первоначальные границы Миусской площади, трассировку бывших Миусских улиц и переулков. Исторические границы участков, предоставленных под застройку незначительно изменились при благоустройстве советского периода.

В рассматриваемых границах территория в перовоначальных исторических границах Миусской площади используется органиченно, за исключением – территории ОКН «Сквер на Миусской площади» (рис. 5). На этом рисунке показан фрагмент карты культурного центра Москвы 2024 года, где в качестве объекта туризма обозначен только памятник Фадееву.



а) б) в)

Рис. 5. Сквер на Миусской площади: а) фрагмент Публичной кадастровой карты; б) вид на памятник В.М. Фадееву; в) исторический сквер. Вид на б. университет Шанявского

В качестве научно-обоснованных границ достопримечательного места «Миусская площадь», подтверждённые библиографическими и картографическими источниками, натурными обследованиями предлагается принять границы, соответствующие первоначальным историческим границам Миусской площади – вдоль линий застройки улиц Лесная, 1-я Миусская, Чаянова, Александра Невского. Границы нанесены на Публичную кадастровую карту и показаны на рисунке 6. Далее на рисунке 10 будут представлены материалы фотофиксации застройки и визуальных раскрытий по границам выявленного ОКН «достопримечательное место».

Нематериальное наследие и традиции Миусской площади

Выбранный для исследования объект – Миусская площадь, которая создавалась на рубеже XIX–XX столетий как «Площадь просвещения», известна именами выдающихся учёных и исторических личностей своего времени, для которых социокультурные и духовные ценности – просвещение, образование, отечественная история и православие – имели огромное значение в их научной, гражданской, общественной деятельности, в благотворительности и даже судьбе. По-существу, данное место стало местом зарождения современных отечественных традиций народного образования и культуры, ориентированных на широкие массы населения и на достоинство человека. Это актуально в наше время и требует особенно бережного отношения к традиционным ценностям тех лет, и к их использованию в образовании и воспитании. Таким образом, историко-культурное наследие Миусской площади является наглядным и редким примером значимости «нематериального» наследия исторического места, основанием для передачи традиционных ценностей просвещения, образования будущим поколениям.

На памятных досках и в материалах историко-градостроительного опорного плана Москвы приводится минимум сведений о реальной ценности нематериального наследия. Сведений о годах постройки, фамилиях архитекторов и выдающихся политических деятелей совершенно недостаточно для отражения социокультурной ценности наследия, для сохранения традиций и воспитания будущих поколений. Существует связь между сохранностью материального и нематериального наследия. Даже отдельные изменения функционального назначения исторических зданий часто могут стать необратимыми для сохранности объекта культурного наследия и его социокультурной ценности. Примеры недоучёта ценности нематериального наследия можно наблюдать при обследовании территории (бывшее трамвайное депо, Родильный приют им. Абрикосовой). Необходимо выявление и сохранение основных исторических объектов, составляющих материальное наследие площади, при принятии решений по его современному использованию. Принципиальное значение здесь имеет сохранение первоначальных функций объектов культурного наследия и ценной градостроительной среды, связанных с образованием и наукой. На Миусской площади должны развиваться просветительская, образовательная и научная деятельность, студенческая жизнь, традиции которой должны передаваться от поколения к поколению. Необходима музеефикация наследия и внутренний (городской и местный) туризм. Для этого следует продолжить междисциплинарное изучение и обобщение истории Миусской площади, в том числе в советские времена.

Чрезвычайно важное и междисциплинарное значение имеет изучение истории образовательных процессов в Народном университете Шанявского, впоследствии знаменитой ВПШ, в Менделеевском институте, созданном на базе городских училищ, ИПМ РАН, продолжающем историю бывшего физического института, и других учебных и научных учреждений. Ценности Миусской площади как достопримечательного места, это не только ценные знания, но и нравственные ориентиры для исследователей и молодёжи. В статье приводятся только самые общие сведения и факты по отдельным объектам и территориям



а) *б)*

Рис. 6. Границы Миусской площади: а) фрагмент плана культорного центра Москвы. 2024 год; б) предлагаемые границы ОКН достопримечательное место «Миусская площадь – площадь просвящения, образования и науки»

историко-культурного наследия, но они подтверждены картографическими, библиографическими источниками и проведёнными натурными обследованиями. Для уточнения сведений и научного анализа дополнительно рекомендуется использовать источники [4-11]. Возможно дополнительный материал могли бы дать археологические изыскания в районе утраченных храма св. Александра Невского и Археологического института.

Анализ источников показывает, что при всех различиях в специализации учебно-образовательных заведений, построенных на Миусской площади, в начале XX века общим было то, что при их создании предполагались доступность, приобщение к культуре, образованию, научно-техническому прогрессу. В итоге сформировавшийся на Миусской площади особый «дух места» воспитывал желание работать и учиться, участвовать в общественном прогрессе. Выдающийся пример решения поставленной цели доступности образования – известный на всю Россию Народный университет им. А.Л. Шанявского, история которого описана в работах С.К. Романюка [4], А.А. Овсянникова «Миусская площадь, 6» [11].

Методические вопросы придания статуса «достопримечательного места»

Нормативной методики, пригодной для проектирования достопримечательных мест в плотно-застроенных исторических зонах крупных городов, нет. Всякий раз взявшись за такую работу авторам предстоит обосновывать и формировать подходы к выявлению и оценки ценности наследия «предмета охраны» и границ достопримечательного места. В необходимости учитывать «особенности» места путём междисциплинарного анализа авторы убедились на примере Миусской площади. Прежде всего, следует оценить, насколько проблемы и задачи сохранения историко-культурного наследия предлагаемого ОКН сочетаются со статусом «достопримечательного места» и соответствуют ныне актуализированному закону «Об объектах культурного наследия» 73-ФЗ, в редакции от 10.06.2026 года касающемуся этого вида наследия. Анализ особенностей данного вида наследия содержится в статье Э.А. Шевченко [12], в которой методические проблемы организации достопримечательных мест рассматриваются на примере малых исторических городов и поселений. О методологических и методических требованиях по включению «достопримечательных мест» в реестр «выявленных» объектов культурного наследия с учётом уточнений, содержащихся в Постановлении Правительства Москвы № 548 от 26.08.2015.

Главными методическими проблемами и задачами организации «достопримечательных мест» в Москве является выявление их «особенностей», которые являются основанием для придания статуса и, соответственно, должны сохраняться



Рис. 7. Фотофиксация видов застройки и визуальных раскрытий по границам предлагаемого ОКН. Верхний ряд – виды по улице Чаянова. Нижний ряд – виды со стороны Лесной улицы

при регенерации, реконструкции, благоустройстве и современном использовании объектов и территорий. Ценности материального и нематериального наследия определяют содержание «предмета охраны» и установление границ достопримечательного места. Очевидно, содержание и методика подобных обоснований должна быть междисциплинарной и неизбежно будет отличаться не только в разных исторических городах, но и в разных исторических зонах одного города. Иногда это связано с особенностями информационной базы городов и районов, наличием и доступностью архивов, библиографических источников и открытых ресурсов. В работе [12] говорится о методических трудностях обоснования и утверждения предмета охраны и границ в исторических поселениях и малых городах.

В Москве, крупных и крупнейших городах на плотно застроенных территориях исторических зон задачи оценки ценности наследия, выявления «предмета охраны» и обоснования границ достопримечательных мест при наличии доступной градостроительной и кадастровой информации, историко-градостроительного опорного плана выглядат проще, но в тоже время бывают сложнее из-за множественности и доступной информации и необходимости её учёта в рамках общей концепции комплексной оценки наследия, а затем проекта придания статуса ОКН. При выявлении и комплексной оценке ценностных параметров исторических территорий плотно застроенных исторических городов оценка в любом случае должна определяться границами современных и исторических элементов планировочной структуры, морфотипов исторической застройки, границами территорий памятников архитектуры и архитектурных ансамблей с учётом ценности ландшафтного и нематериального наследия и защитных зон. В границы «достопримечательных мест» должны включаться памятники истории и культуры с прилегающими территориями и архитектурно-градостроительные ансамбли, имеющие статус ОКН.

В некоторых случаях, как на Миусской площади, при оценке ценности наследия должны учитываться дополнительные факторы, например, социокультурное значение, включая социальную, гуманитарную и духовную составляющие, выявленные по результатам архивных, картографических и библиографических источников. На рисунках 8 и 9 представлены модели, отражающие особенности и «предмет охраны» материального и нематериального наследия Миусской площади. В отдельных случаях дополнительно в границы должны включаться объекты и территории, необходимые для формирования инфраструктуры «достопримечательного места» – музеефикации, просветительской работы, организации туризма и отдыха, однако, в основном, возможности обслуживания необходимо изыскивать за счёт «вовлечения» в хозяйственный оборот объектов и территорий, не являющихся ценными.

Таким образом, исходя из выполненных исследований с учётом историко-культурных и архитектурно-градостроительных особенностей Миусской площади предлагается включить в реестр выявленных объектов со статусом ОКН регионального значения «достопримечательное место» территорию в исторических границах Миусской площади, показанной на геодезических планах конца XIX – начала XX века, учитывая, что рассматриваемая историческая территория, ограниченная улицами Лесная, 1-я Миусская, Чаянова, Александра Невского, на том основании того, что до сих пор она выполняет целевые функции периода создания, связанные с просвещением, образованием и наукой и, несмотря на заметную градостроительную эволюцию в этих границах, остаётся единым функционально-планировочным образованием.

Натурные исследования показали, что в настоящее время сохранилась архитектурно-пространственная и ландшафтная организации площади в целом и элементов её улично-дорожной сети, но главное – в основном сохраняется функциональное назначение большинства построек, связанных с просвещением, образованием и наукой конца XIX – начала XX века, которые являются основой исторического архитектурно-градостроительного ансамбля Миусской площади, не имеющего статуса ОКН и который сформировался в начале XX века как «Площадь просвещения», относится к «эпохе модерна» в градостроительстве и архитектуре (Л.Б. Рапутов, Т.Ф. Саваренская, М.В. Нащокина [5–7]. Обследования показали, что архитектурно-градостроительный ансамбль Миусской площади сегодня включает здания и территории, значимые с точки зрения социальной истории места, истории благотворительности, касающиеся бывшего независимого Народного университета им. А.Л. Шанявского, бывших городских училищ (Александровского, Николаевского, Промышленного, Шелапутинского, бывшего Физического института Научного общества, где помимо исследовательской также осуществлялась образовательная и просветительская деятельность. Назначение и функциональное использование исторических учебных зданий, вошедших в состав современных университетов – имени Менделеева и РГГУ – сохранилось.

В перечне охраняемых видов наследия Миусской площади как достопримечательного места в предлагаемых границах должны быть учтены входящие в национальный реестр ОКН памятники истории и культуры с прилегающими территориями – сквер в центре площади, объекты ценной градостроительной среды, входящие в реестр, но предлагается также дополнительное включение в реестр архитектурно-градостроительных ансамблей исторической площади и трамвайного депо. Основаниями для этого являются сохранившаяся историческая планировка, пространственная композиция, сохранившееся функциональное использование исторических зданий – ОКН, связанное с просвещением, образованием и наукой, а также функциональное использование, планировочная, ландшафтная организация и благоустройство ОКН «Сквер на Миусской площади», исторические традиции и «дух места».

В «предмете охраны» необходимо отразить, что история Миусской площади и её застройки связана с именами вы-

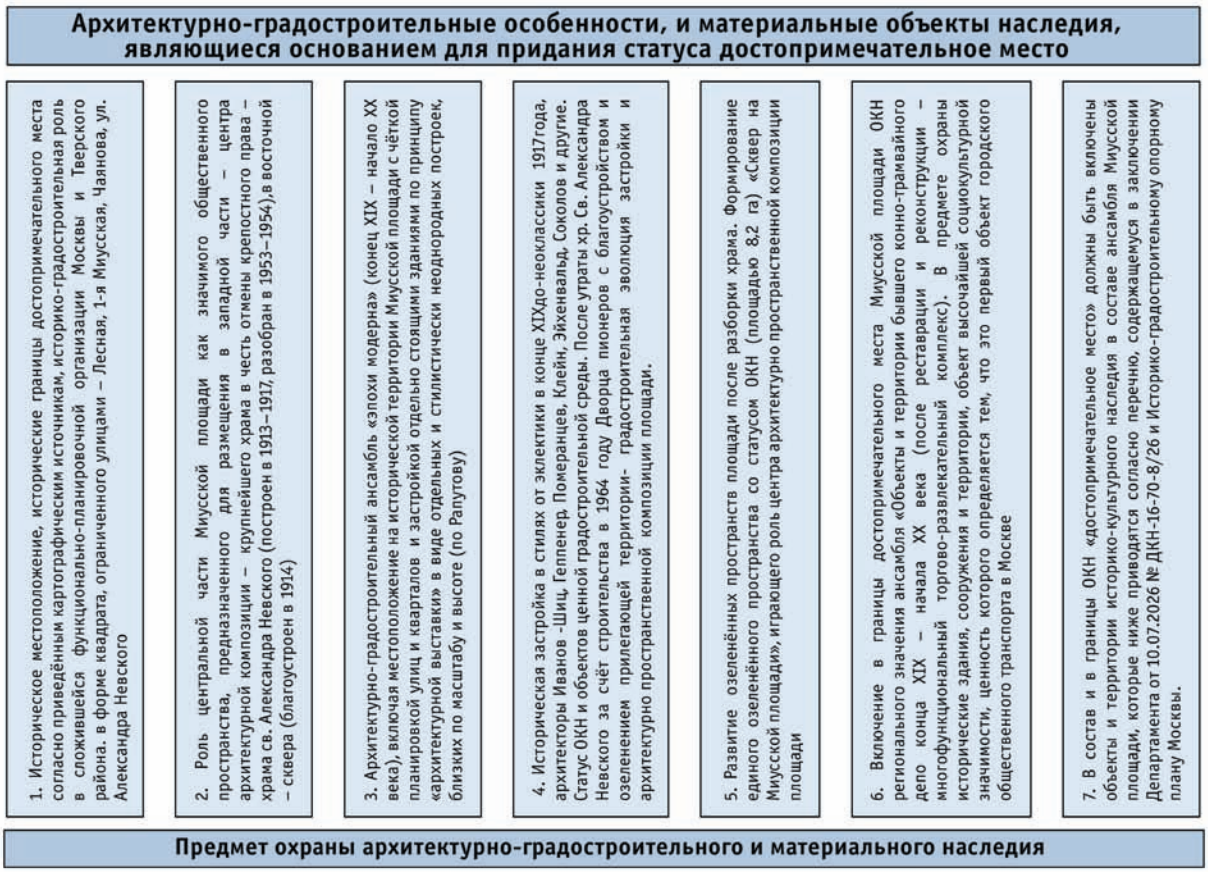


Рис. 8. Особенности и «предмет охраны» материального наследия Миусской площади

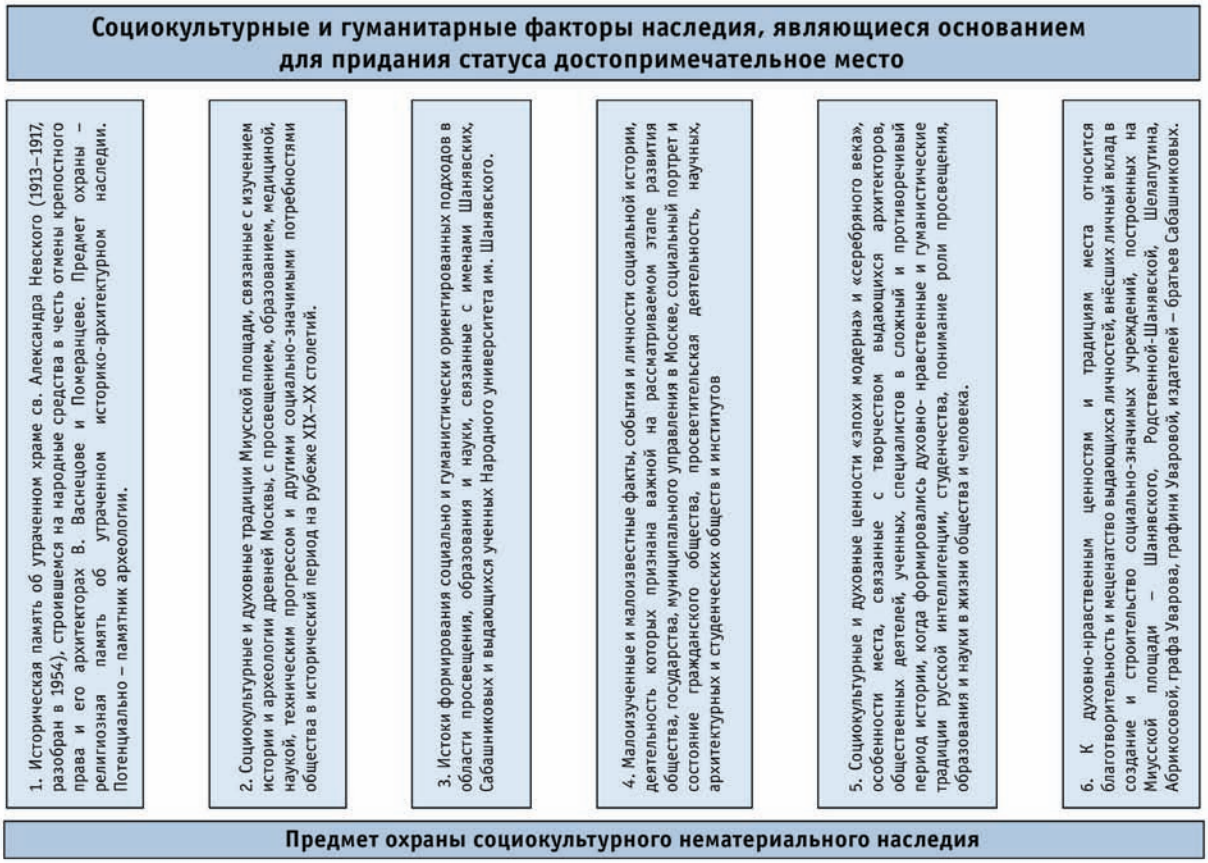


Рис. 9. Особенности и «предмет охраны» нематериального наследия Миусской площади

дающихся учёных, благотворителей и меценатов, деятелей государственного и муниципального управления и научных обществ, Архитектурного общества Москвы, объединявшего выдающихся архитекторов «эпохи модерна», которые приняли активное участие в застройке Москвы этого периода [5–7; 9; 11]. По-видимому именно на Миусской площади активно формировалась передовая отечественная интеллигенция, национальные традиции просвещения, образования, науки и культуры, в формировании которых приняли участие выдающиеся учёные – И.В. Вернадский, К.А. Тимирязев, С.И. Вавилов, В.Т. Рот, П.П. Лазарев, А.О. Ковалевский, А.В. Чаянов, И.Е. Забелин, А.И. Чупров, И.В. Цветаев, государственные и общественные деятели – А.Д. Сперанский, П.А. Столыпин, А.С. Уваров, графиня П.С. Уварова; известные издатели – братья М.В. и С.В. Сабашниковы. Известна последующая связь этого места с выдающимися советскими государственными деятелями – В.И. Лениным, И.В. Сталиным, М.И. Калининым, а впоследствии – с деятельностью коммунистического интернационала и всемирно известной ВПШ (ныне РГГУ). Таким образом, все факторы, составляющие «нематериальное наследие» и социокультурное наследие и определившие духовно-нравственные ценности традиции и особый «дух» места Миусской площади как «Площади просвещения, образования и науки» должны быть учтены при сохранении её наследия.

Современная роль ОКН «Сквер на Миусской площади»

Площадь ОКН «Сквер на Миусской площади» согласно паспорту памятника ОКО составляет около 4,2 га. При анализе архивных картографических и библиографических данных подтвердились местоположение, границы и сохранность центральной части исторической планировки Миусской площади. После утраты храма св. Александра Невского, который был центром архитектурно-пространственной композиции на месте храма в 1964 году был построен Дворец пионеров Краснопресненского района (арх. Ю. Шевердяев), в 1974-ом была благоустроена и озеленена прилегающая территория. В дальнейшем, в течении полувека в процессе градостроительной эволюции площади за счёт создания в её центре крупного озеленённого пространства, объединившего территории исторического сквера и бывшего дворца пионеров с исторической планировкой, известным памятником Фадееву и возрастными насаждениями, произошла частичная компенсация утраченного элемента ансамбля – храма за счёт формирования доминирующего композиционного элемента – сквера, который сегодня занимает всю центральную часть площади (см. рис. 5, 6).

Ранее на рисунке 7 обобщались материалы маршрутных исследований, фотофиксации застройки и территорий визуальные раскрытия по границам территории, предлагаемой для придания статуса «достопримечательное место» августа 2026 года. Также необходимо продолжить натурные обследования объектов и территорий, в том числе историко-культурные исследования, которые проводились автором в 2018–2020 годах при проектировании ОКН «Сквер на Миусской площади». Особенности рассматриваемых озеленённых территорий, выявленные при натурных обследованиях, архивные документы и материалы подтвердили историко-архитектурную, историко-ландшафтную и социокультурную ценность объектов и территорий в заявленных границах, и данный объект наследия рекомендуется для включения Миусской площади в её исторических границах в реестр выявленных ОКН со статусом «достопримечательное место».

Заключение

Опыт исследований, проведённых в Москве на Миусской площади, показывает, что современным инструментом сохранения архитектурно-градостроительного и нематериального наследия может стать придание статуса территории «достопримечательное место», который позволяет использовать междисциплинарные подходы и осуществлять комплексное планирование, проектирование и межотраслевую деятельность по сохранению и современному использованию наследия. На примере Миусской площади установлено, что статус «достопримечательное место» не подменяет статуса отдельных памятников или архитектурно-градостроительных ансамблей, расположенных в границах исторических территорий, но совершенно необходим для принятия комплексных и взаимоувязанных решений по сохранению наследия, регенерации и развитию исторических территорий, обладающих ценным социокультурным потенциалом. Как представляется, только за счёт междисциплинарного подхода к сохранению наследия и ведения межотраслевой деятельности на территории достопримечательного места появляется возможность обеспечить в полном объёме реализацию стратегии сохранения наследия при его современном использовании и вовлечении в хозяйственный оборот исходя из государственной политики в области формирования духовных ценностей с учётом исторических традиций и «духа места».

Список источников / References

1. Москва: Энциклопедия / Гл. ред. С.О. Шмидт // М.82 Сост.: М,И, Андреев, В.М. Карев. М. : Большая Российская энциклопедия, 1997. 976 с.

Shmidt S.O. (ch. ed.). Moscow, Encyclopedia, M.I. Andreev, V.M. Karev (comp.). Moscow, Bol'shaya Rossiiskaya Entsiklopediya Publ., 1997, 976 p. (In Russ.)

2. Путеводитель по Москве: 1913 / изданный Московским архитектурным обществом для членов V съезда зодчих в Москве / под ред. И.П. Машкова. М. : Терра, 1998. 504 с.

Guide to Moscow: 1913 / published by the Moscow Architectural Society for members of the 5th Congress of Architects in Moscow; edited by I.P. Mashkov. Moscow,TERRA Publ., 1998. 504 p. (In Russ.)

3. По Москве : Прогулки по Москве и её художественным и просветительским учреждениям / под ред. Н.И. Гейнике,

Н.С. Елагина, Е.А. Ефимовой, И.И. Шитца. М. : М. и С. Сабашниковы, 1917. 672 с.

Geinike N.I., Elagin N.S., Efimova E.A., Shits I.I. (eds.). Around Moscow: Walks around Moscow and Its Artistic and Educational Institutions. Moscow, M. and S. Sabashnikov Publ., 1917. 672 p. (In Russ.)

4. *Романюк, С.К.* Москва за Садовым кольцом / С.К. Романюк. М. : АСТ; Астрель, 2011. 896 с.

Romanyuk S.K. Moscow beyond the Garden Ring. Moscow, AST, Astrel Publ., 2011. 896 p. (In Russ.)

5. *Нащокина, М.В.* Архитектура Москвы эпохи модерна в творческих биографиях зодчих / М.В. Нащокина. М. : Прогресс-Традиция, 2023. 656 с.

Nashchokina M.V. Architecture of Moscow in the Art Nouveau Era in the Creative Biographies of Architects. Moscow, Progress-Tradition Publ., 2023. 656 p. (In Russ.)

6. Архитектурные ансамбли Москвы XV – начала XX веков: принципы художественного единства / Т.Ф. Саваренская (руководитель), Д.О. Швидковский [и др.] ; под ред. Т.Ф. Саваренской. М.: Стройиздат, 1997. 471 с.

Savarenskaya T.F. (head), Shvidkovsky D.O., et al. (eds.) Architectural Ensembles of Moscow in the 15th – Early 20th Centuries: Principles of Artistic Unity. Moscow: Stroyizdat Publ., 1997. 471 p. (In Russ.)

7. *Рапутов, Л.Б.* Архитектурные ансамбли площадей Москвы конца XIX – начала XX веков : Монография. М. : Московские учебники, 2009. 168 с.

Raputov L.B. Architectural Ensembles of Moscow Squares in the Late 19th – Early 20th Centuries, a monograph. Moscow, Moskovskie Uchebniki Publ., 2009, 168 p. (In Russ.)

8. Сорок сороков. Краткая иллюстрированная история всех московских храмов : в 4-х томах /собрал Пётр Паламарчук. М. : АСТ. 2004.

Palamarchuk Petr (compiled). Sorok Sorokov. A Brief Illustrated History of All Moscow Churches, in 4 volumes. Moscow, AST Publ., 2004. (In Russ.)

9. Москва в начале XX века: будни и праздники. Московская старина. Новорусский стиль : книга-альбом /авт-сост. А.С. Федотов. М. : Издательство объединения «Мосгорархив», 1998. 364 с.

Fedotov A.S. (author-compiler). Moscow at the Beginning of the Twentieth Century: Weekdays and Holidays. Moscow Antiquity. New Russian Style: Book-Album. Moscow, Publishing House of the Moscow City Archives Association, 1998. 364 p. (In Russ.)

10. *Беляева, Е.Л.* Учёт историко-культурных традиций места при регенерации градостроительной среды на примере Миусской площади Москвы. Часть 1. Анализ истории, градостроительные и социокультурные предпосылки формирования и эволюции среды / Е.Л. Беляева // Жилищное строительство. 2026. № 8. С. 3–14.

Belyaeva E.L. Consideration of Historical and Cultural Traditions of the Local Place in the Urban Environment Regeneration on the Example of Moscow's Miusskaya Square Part 1. Analysis of History, Urban Planning and Socio-Cultural Prerequisites for the Environment Formation and Evolution. In: *Housing Construction*, 2026, no. 8, pp. 3–14. (In Russ., abstr in Engl.)

11. *Овсянников, А.А.* Миусская площадь, 6. М. : Московский рабочий, 1987. 61 с.

Ovsyannikov A.A. Miusskaya Square, 6. Moscow, Moskovskij Rabochij Publ., 1987. 61 p. (In Russ.)

12. *Шевченко, Э.А.* О том, что фактически должно лежать в основе установления границ объектов культурного наследия в виде Достопримечательных мест / Э.А. Шевченко, А.В. Лукашев // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 1. С. 62–69; № 2. С. 73–82.

Shevchenko E.A., Lukashev A.V. On the Actual Basis for Establishing the Boundaries of Cultural Heritage in the Form of Places of Interest. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2019, no. 1, pp. 62–69; no. 2, pp. 73–82. (In Russ., abstr in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 91–97.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 91–97.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 7.011:72.01
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-91-97

Обозначение красными линиями улично-дорожной сети в генеральном плане: предложения по совершенствованию градостроительного законодательства

Майборода Виктор Александрович (Санкт-Петербург). Доктор юридических наук, судья областного суда в отставке, советник РААСН. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. Эл. почта: victormaiboroda@yandex.ru

Аннотация. В статье обосновывается положение о том, что улично-дорожная сеть должна рассматриваться не как один из равнопорядковых элементов планировочной структуры, а как её пространственно-функциональный каркас, предопределяющий конфигурацию, связность и транспортную доступность остальных элементов. На основе системного толкования градостроительного, земельного и подзаконного регулирования выявлено несоответствие между фактической градостроительной ролью улично-дорожной сети и её действующим нормативным статусом. В отличие от иных элементов планировочной структуры, улично-дорожная сеть обладает свойствами непрерывности, связности, иерархичности и инфраструктурной первичности, что требует её специального нормативного обособления. Предлагается доктринальная модель закрепления в генеральном плане подлежащих установлению красных линий улично-дорожной сети как инструмента раннего пространственного предопределения территорий общего пользования. Автором впервые предлагается соединение юридических конструкций красных линий с градостроительными категориями морфологии уличной сети, транспортной связанности и пространственного каркаса расселения на основе междисциплинарного подхода. Практическое значение работы состоит в формулировании предложений по изменению Градостроительного кодекса Российской Федерации, направленных на повышение согласованности территориального планирования, градостроительного зонирования и документации по планировке территории, а также на снижение конфликтов, связанных с определением территорий общего пользования и резервированием земель под развитие улично-дорожной сети.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, красные линии, генеральный план, элементы планировочной структуры, территориальное планирование, градостроительное зонирование, пространственный каркас, морфология городской ткани, транспортная связность, территории общего пользования, национальный проект «Инфраструктура для жизни»

Для цитирования. Майборода В.А. Обозначение красными линиями улично-дорожной сети в генеральном плане // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 91–97. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-91-97.

Marking The Street and Road Network with Red Lines in the Master Plan: Proposals for Improving Urban Planning Legislation

Mayboroda Viktor A. (St. Petersburg). Doctor of Sciences in Jurisprudence, Retired Judge of the Regional Court, Adviser of RAASN. The North-West Institute of Management of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration. E-mail: victormaiboroda@yandex.ru

Abstract. The article substantiates the thesis that the street and road network should be considered not as one of the equal-order elements of the planning structure, but as its spatial and functional framework, which predetermines the configuration, connectivity and transport accessibility of other elements. On the basis of a systematic interpretation of urban planning, land

© Майборода В.А., 2026.

and subordinate regulation, a discrepancy between the actual urban planning role of the street and road network and its current regulatory status is revealed. Unlike other elements of the planning structure, the street and road network has the properties of continuity, connectivity, hierarchy and infrastructural primacy, which requires its special regulatory isolation. A doctrinal model of fixing the red lines of the street and road network to be established in the master plan is proposed as a tool for early spatial reservation of public areas. The scientific novelty of the article lies in the development of an interdisciplinary approach that combines the legal construction of red lines with the urban planning categories of the morphology of the street network, transport connectivity and the spatial framework of settlement. The practical significance of the work lies in the formulation of proposals for amending the Urban Planning Code of the Russian Federation, aimed at increasing the consistency of territorial planning, urban zoning and documentation on the planning of the territory, as well as at reducing conflicts related to the definition of public areas and the reservation of land for the development of the street and road network.

Keywords: street and road network, red lines, master plan, elements of the planning structure, territorial planning, urban zoning, spatial framework, morphology of urban fabric, transport connectivity, public areas, national project "Infrastructure for Life"

For citation. Mayboroda V.A. Marking the Street and Road Network with red Lines in the Master Plan. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 91–97, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-91-97.

Методологическую основу работы составили: формально-юридический метод; системное толкование норм градостроительного и земельного законодательства; сравнительный анализ нормативных конструкций «элемента планировочной структуры», «красных линий» и «территории общего пользования»; а также междисциплинарный подход, основанный на использовании градостроительных представлений о морфологии улично-дорожной сети, её связности, иерархии и влиянии на формирование городской ткани. Такое сочетание методов позволяет рассматривать улично-дорожную сеть одновременно как правовой объект, как инфраструктурную систему и как пространственный каркас населённого пункта.

Согласно п. 35 ст. 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации (далее – ГрК РФ), «элемент планировочной структуры» – это часть территории поселения, муниципального округа, городского округа или межселенной территории муниципального района (квартал, микрорайон, район и иные подобные элементы). Тем же пунктом установлено, что виды элементов планировочной структуры определяются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. Традиционным взглядом является мнение о том, что приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 апреля 2017 г. № 738/пр утверждены следующие виды элементов планировочной структуры: район; микрорайон; квартал; территория общего пользования; территория ведения гражданами садоводства или огородничества для собственных нужд; территория транспортно-пересадочного узла; территория, занятая линейным объектом и (или) предназначенная для размещения линейного объекта; улично-дорожная сеть; территория виноградо-винодельческого терруара. Наряду с указанным приказом Минстроя России действует и Приказ Минфина России от 5 ноября 2015 г. № 171н «Об утверждении Перечня элементов планировочной структуры, элементов улично-дорожной сети, элементов объектов адресации, типов зданий (сооружений), помещений, используемых в качестве реквизитов адреса, и Правил сокращенного наименования адресообразующих элементов». Его значение, однако, иное: он сформирован для целей адресации и описания адресообразующих элементов, тогда как приказ Минстроя России принят во исполнение полномочия по установлению видов элементов планировочной структуры в градостроительном смысле. Тем самым в действующем регулировании сосуществуют два нормативных массива, использующих сходную терминологию, но ориентированных на разные отраслевые задачи – градостроительное планирование и адресное описание территории.

Таким образом, согласно буквальному, дословному содержанию нормы п. 35 ст. 1 ГрК РФ перечень типов элементов планировочной структуры утверждён Минстроем России. Утверждённый же Минфином России список является перечнем элементов.

Казалось бы – разница в одно слово «типы» элементов планировочной структуры, а ведь именно оно порождает и разницу в этих списках.

Следуя буквальному содержанию как нормы п. 35 ст. 1 Гк РФ, так и Приказа Минстроя России от 25 апреля 2017 г. № 738/пр можно констатировать, что соответственно квартал, микрорайон и район и иные элементы выступают одновременно и в качестве типов, и в качестве непосредственных элементов планировочной структуры.

Само по себе слово «тип» происходит от греческого, означающего «отпечаток», «форма», «образец». В русском языке под «типом» понимается разновидность, имеющая общие свойства [1, с. 18–19]. По словарю В. И. Даля, тип – это «первообраз, подлинник, образец, основной образ»[1].

Однако смысл термина для целей нормативно-правового регулирования подлежит выявлению посредством сопо-

[1] Словари и энциклопедии (https://gufo.me/dict/dal/%D1%82%D0%B8%D0%BF).

ставления с корреспондирующими положениями закона, находящимися с рассматриваемыми в смысловом единстве, в данном случае – морфологической определённости.

В соответствии с частью 1 ст. 41 ГрК РФ подготовка документации по планировке территории осуществляется в том числе для выделения элементов планировочной структуры. Это означает, что речь идёт о выделении конкретных (непосредственных) элементов, а не об их «типах». Аналогичная норма содержится в части 1 ст. 42 ГрК РФ: проекты планировки территории также готовятся для выделения непосредственных элементов, а не для выделения типов.

Кроме того, необходимо помнить, что п. 35 ст. 1 ГрК РФ заканчивается словами «и иные подобные элементы», что свидетельствует о не исчерпывающем, а открытом перечне элементов планировочной структуры. В данной норме законодатель передал уполномоченному органу задачу именно по «типологизации» элементов планировочной структуры, а не по составлению окончательного списка. Следовательно, основанным на законе является утверждение, что в рамках одного типа элемента планировочной структуры может существовать несколько конкретных элементов. Например, тип «район» может включать: «планировочный район», «портовый район», «олимпийский район» [2] и иные подобные элементы.

Таким образом, можно заключить, что установленный перечень видов элементов планировочной структуры служит ориентиром для законодательного и правоприменительного поля. Квартал, микрорайон и район в равной мере можно назвать и самостоятельными элементами, и типами, в состав которых могут входить более конкретные элементы. При этом для целей планировки и выделения территорий важна именно фактическая сторона – то есть определение непосредственных элементов, а не их типологическое деление.

Для целей градостроительной науки это различение имеет не только терминологическое, но и проектно-прикладное значение. «Тип» характеризует родовую модель пространственной организации территории, тогда как непосредственный элемент фиксирует уже индивидуализированную часть городской ткани, подлежащую планировочному выделению, регламентации и отображению на карте. Следовательно, нормативная типология элементов планировочной структуры должна соотноситься с реальными закономерностями пространственного строения населённого пункта, а не подменять их. Именно в этой плоскости выявляется особый статус улично-дорожной сети: она не просто один из видов территориального членения, а структурообразующая система, в отношении которой обычная логика перечневого описания элементов оказывается недостаточной.

Особое место среди элементов планировочной структуры занимает улично-дорожная сеть. В отличие от района, микрорайона, квартала и иных дискретных территориальных образований, улично-дорожная сеть представляет собой не локализованный фрагмент территории, а пространственно непрерывную, иерархически организованную систему связей. В градостроительном смысле она образует опорный планировочный каркас населённого пункта, задаёт направления развития городской ткани, определяет доступность территорий, интенсивность транспортных и пешеходных потоков, а также условия размещения застройки и объектов обслуживания. Поэтому улично-дорожная сеть не может рассматриваться как обычный равнопорядковый элемент перечня; её правовая квалификация должна учитывать её структурообразующую и инфраструктурно-порождающую функцию.

Исследуя влияние конфигурации улично-дорожной сети, О.В. Сапрыкина, Е.А. Ахмедова и К.И. Виноградов приходят к выводу, что геометрическая форма именно этого элемента планировочной структуры является причиной формирования типа планировочной структуры урбанизированной территории и непосредственно влияет на уровень транспортной загрузки улично-дорожной сети города. М.Р. Якимов высказывает мнение, что транспортное планирование в принципе должно строится на формировании предшествующего ему математического моделирования. В западной научной мысли улично-дорожной сети придаётся гораздо большее значение, нежели в отечественной доктрине. Так, рассматривая противоречия между «англосаксонским» градостроительством и «латинским» урбанизмом, один из которых основан на рациональном методе и теории планирования как вмешательства, а другой – на архитектуре, городской морфологии и проектно-ориентированном действии, М. Хебберт справедливо отмечает, что транспорт и его влияние есть единый элемент вне зависимости от подхода [5]. Одновременно с этими обстоятельствами улично-дорожная сеть как часть дорожной инфраструктуры занимает ключевое место в национальном проекте «Инфраструктура для жизни». Включенные в Национальный проект системные меры направлены на приведение в нормативное состояние опорной сети автомобильных дорог, автомобильных дорог федерального и регионального значения, включая дорожную сеть городских агломераций и малых городов, дороги военных городков. Создание, а также реконструкция существующей улично-дорожной структуры представляет собой исполнение названного национального проекта[2].

С позиций градостроительной теории значение улично-дорожной сети не исчерпывается обеспечением транспортного сообщения. Конфигурация сети влияет на морфотип городской среды, величину и форму кварталов, глубину освоения территории, фронт уличной застройки, распределение общественных центров и радиусы пешеходной доступности. Иными словами, сеть не только обслуживает сложившуюся планировочную структуру, но и предшествует ей как условие её возникновения и дальнейшей трансформации. В этом проявляется её двойственная природа: как объекта инженерно-

[2] Постановление Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 27 ноября 2024 г. № 530-СФ «О национальном проекте "Инфраструктура для жизни"» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2 декабря 2024 г. № 49 (часть V). Ст. 7476.

транспортной инфраструктуры и как базового инструмента пространственной организации территории [7].

В историческом и сравнительном аспекте уличная сеть традиционно выступала одним из первых объектов городского проектирования: именно через трассировку улиц закреплялись направления роста города, структура кварталов и расположение общественных пространств. Поэтому современное российское регулирование, при котором генеральный план не обеспечивает достаточной пространственной определённости улично-дорожного каркаса, в известной мере расходится с базовой логикой градостроительного формообразования.

В данной связи представляется, что данный элемент планировочной структуры нуждается в нормативно-правовом обособлении (выделении) на законодательном уровне регулирования. На примере приведённых исследований очевидно, что, во-первых, его физическая природа отлична от природы иных элементов планировочной структуры, а во-вторых, нормативно-правовое обособление позволяет определить причинность в формировании элементов планировочной структуры: именно улично-дорожная сеть создаёт возможность быть сформированным кварталам, районам и т.п. элементам, а не наоборот. Ключевыми признаками улично-дорожной сети для целей её нормативного закрепления являются непрерывность, связность, иерархичность и обеспечиваемая ею пространственная доступность. Сеть как градостроительное явление существует не в виде изолированных участков, а в виде единой системы улиц, дорог, проездов и иных коммуникационных связей, обеспечивающих движение, доступ к территориям и интеграцию функциональных зон. С учётом этого улично-дорожную сеть целесообразно определять как непрерывный и иерархически организованный элемент планировочной структуры, формирующий пространственный каркас населённого пункта и подлежащий отображению в генеральном плане посредством подлежащих установлению красных линий.

Одновременно с приведёнными обстоятельствами необходимо принять во внимание инструмент обособления – институт красных линий. Данный институт в градостроительстве имеет своим происхождением советскую градостроительную школу, то есть предназначен для регулирования в экономических условиях отсутствия частной собственности. Сохранение института красных линий в современных рыночных условиях, исходящих из многообразия форм собственности на землю, повлекло наделение этого института свойством обособления территории общего пользования, то есть территории, переход (приватизация) которой из государственной, муниципальной в частную форму собственности запрещён законом [6]. Согласно п. 12 ст. 85 Земельного кодекса Российской Федерации земельные участки общего пользования, занятые площадями, улицами, проездами, автомобильными дорогами, набережными, скверами, бульварами, водными объектами, пляжами и другими объектами, могут включаться в состав различных территориальных зон и не подлежат приватизации. В современном состоянии градостроительной деятельности только в незначительном числе муниципальных образований (2-3%) имеются утверждённые красные линии, используемые как институт определения территорий общего пользования[3].

В современном градостроительном понимании красные линии должны рассматриваться не только как средство юридической демаркации территорий общего пользования, но и как инструмент предварительной пространственной фиксации будущего уличного каркаса. Их функция двуедина: с одной стороны, они обеспечивают правовую определённость режима использования земель; с другой – задают пределы планировочного развития, в рамках которых формируются поперечные профили улиц, размещение инженерных коммуникаций, публичных пространств, велосипедной и пешеходной инфраструктуры. Отсутствие такой ранней фиксации в генеральном плане ведёт к рассогласованию между стратегическими решениями территориального планирования и последующей документацией по планировке территории.

Однако выделение элементов планировочной структуры вопреки советской градостроительной школе происходит не в документе территориального планирования (см. Инструкцию о порядке проектирования и установления красных линий в городах и других поселениях Российской Федерации, введена 01.07.1998, РДС 30-201-98), а в документации по планировке территории, утверждение которой является обязательным лишь в ряде случаев (ч. 3 ст. 41 ГрК РФ).

Само по себе наличие причинной связи между генеральным планом и выделением элементов планировочной структуры отсутствует, оно не установлено законом и не предполагается правоприменительной практикой градостроительного проектирования. Часть 1 ст. 26 ГрК РФ в перечислении мероприятий по реализации документов территориального планирования даже не упоминает выделение элементов планировочной структуры в какой-либо форме.

Тем самым в действующем регулировании фактически сталкиваются две модели градостроительного развития. Первая – декларативно-функциональная, при которой генеральный план лишь обозначает направления использования территории. Вторая – структурно-каркасная, при которой уже на стадии территориального планирования фиксируется базовая сеть публичных пространств и транспортных связей, определяющая реализуемость всей последующей застройки. Настоящая статья исходит из приоритета второй модели как более соответствующей природе города и задачам устойчивого пространственного развития.

Более того, сложившееся регулирование одним из оснований обязательности утверждения документации по планировке территории указывает необходимость установления красных линий (п. 2 ч. 3 ст. 41 ГрК РФ), а само установление красных линий относит к документации по планировке терри-

[3] Отчёт по НИОКР 124072400003 // Домен «Наука и инновации»: URL: https://gisnauka.ru/nioktr/detail/20TY39V0Z725F5FCD8Y8HQ4S

тории (п. 11 ст. 1, п.п. «а» п. 1 ч. 3 ст. 42 ГрК РФ). Тем самым регулирование приобретает признаки нормативной самореференции: обязательность документации по планировке территории связывается с необходимостью установления красных линий, тогда как сами красные линии могут быть установлены преимущественно в составе той же документации. Такая конструкция затрудняет раннее резервирование территорий под улично-дорожную сеть и снижает согласованность стадий градостроительного планирования.

Таким образом, в границах населённых пунктов сохраняются территории, в отношении которых красные линии отсутствуют, а правовой режим земель общего пользования не получает достаточной пространственной определённости. Это влечёт не только риски приватизации соответствующих участков и судебные споры, но и более широкие градостроительные последствия: фрагментацию будущего уличного каркаса, сужение возможностей для формирования магистральных и местных связей, удорожание последующего изъятия земель, а также снижение качества транспортной и пешеходной доступности территорий. [Например: Постановление Четырнадцатого арбитражного апелляционного суда от 14.10.2024 № 14АП-5660/2024 по делу № А13-2715/2024, Постановление Тринадцатого арбитражного апелляционного суда от 10.10.2023 № 13АП-23874/2023 по делу № А56-29443/2022 и Определение Верховного Суда Российской Федерации по делу № 306-ЭС17-782, включенное п. 18 в Обзор судебной практики Верховного Суда Российской Федерации № 4 (2017), утв. Президиумом Верховного Суда РФ 15.11.2017]

В указанной связи в настоящей работе предлагается разграничить два правовых режима красных линий:

1) подлежащие установлению красные линии, отображаемые в генеральном плане и предназначенные для фиксации границ размещения улично-дорожной сети как пространственного каркаса населённого пункта;

2) устанавливаемые (изменяемые, отменяемые) красные линии, утверждаемые в документации по планировке территории для определения границ иных территорий общего пользования и уточнения планировочных решений.

Научная новизна данного предложения состоит в переносе функции первичного пространственного резервирования улично-дорожной сети на стадию территориального планирования при сохранении за документацией по планировке территории функции детальной проектной конкретизации.

Предложенный подход позволит уже на стадии генерального плана формировать каркас улично-дорожной сети, который, в свою очередь, связывает воедино иные элементы планировочной структуры, обуславливая тем самым обязательность их наличия. Такое регулирование позволит исполнить Национальный проект «Инфраструктура для жизни» в части создания новых улично-дорожных сетей, модернизации существующих.

Такой подход возвращает генеральному плану одну из его базовых градостроительных функций – функцию определения опорной пространственной структуры развития населённого пункта. Если генеральный план не фиксирует хотя бы принципиальные границы улично-дорожного каркаса, он утрачивает значительную часть своей проектной определённости и сводится преимущественно к декларативному распределению функциональных зон. Между тем именно сеть магистральных и местных связей обеспечивает фактическую реализуемость функционального зонирования, параметры доступности и возможность поэтапного освоения территории.

В дальнейшем выделенные территории для размещения улично-дорожной сети в генеральном плане подлежащими установлению красными линиями детерминируют формирование соответствующей территориальной зоны, что следует из системного толкования положений пп. 2, 5, 6, 7 и 8 ст. 1, ч. 15 ст. 35 ГрК Российской Федерации, согласно которым установление территориальных зон конкретизирует положения документов территориального планирования в целях определения правового режима использования земельных участков, не изменяя при этом назначение территории, отнесённой к функциональным зонам.

Соответственно, закрепление в генеральном плане территорий, предназначенных для размещения улично-дорожной сети и обозначенных подлежащими установлению красными линиями, должно рассматриваться не как непосредственное установление вида разрешённого использования, а как нормативное предопределение последующего правового режима таких земель при градостроительном зонировании и планировке территории. В этом случае территориальные зоны и градостроительные регламенты будут разрабатываться уже с учётом заранее зафиксированного пространственного каркаса, а риск последующего конфликта между частными правами на землю и публичной потребностью в развитии улично-дорожной сети будет существенно снижен. Тем самым уменьшается потребность в дорогостоящем перераспределении земель, изъятии участков и корректировке ранее сложившейся застройки.

Предлагаемая модель имеет значение не только для совершенствования юридической техники, но и для развития градостроительной доктрины. Она позволяет переосмыслить улично-дорожную сеть как первичный объект территориального планирования, от которого зависят морфология городской среды, связанность застройки, устойчивость транспортного обслуживания и качество общественных пространств. В практическом отношении это создаёт основу для более раннего прибережения территорий под развитие улично-дорожной сети, уменьшает вероятность пространственных разрывов и способствует согласованию документов всех уровней – от генерального плана до проекта планировки территории.

При этом теоретический результат исследования состоит в обосновании того, что улично-дорожная сеть должна быть выделена в самостоятельную категорию элементов планировочной структуры с особыми правилами отображения в документах территориального планирования. Доктринальный

Таблица предлагаемых норм

Норма в ГрК РФ	Действующая редакция	Предлагаемая редакция
Пункт 11.1 статьи 1	–	11.1) красные линии, подлежащие установлению, – линии, которые обозначают границы размещения улично-дорожной сети в установленных законом случаях в документе территориального планирования»;
Пункт 35.1. статьи 1	–	35.1) улично-дорожная сеть – непрерывный элемент планировочной структуры городского, сельского поселения, городского округа, муниципального округа, выделение границ размещения которого подлежащими установлению красными линиями осуществляется в документе территориального планирования городского, сельского поселения, городского округа, муниципального округа
Пункт 11 статьи 1	11) красные линии – линии, которые обозначают границы территорий общего пользования и подлежат установлению, изменению или отмене в документации по планировке территории;	11) красные линии устанавливаемые – линии, которые обозначают границы территорий общего пользования и устанавливаются, изменяются или отменяются документацией по планировке территории;
Пункт 12 статьи 1	12) территории общего пользования – территории, которыми беспрепятственно пользуется неограниченный круг лиц (в том числе площади, улицы, проезды, набережные, береговые полосы водных объектов общего пользования, скверы, бульвары);	12) территории общего пользования – территории, которыми беспрепятственно пользуется неограниченный круг лиц (в том числе элементы улично-дорожной сети: площади, магистрали, улицы, проезды, тротуары, набережные, а также береговые полосы водных объектов общего пользования, скверы и бульвары);
Пункт 2 части 4 статьи 23	2) параметры функциональных зон, а также сведения о планируемых для размещения в них объектах федерального значения, объектах регионального значения, объектах местного значения, за исключением линейных объектов.	2) параметры функциональных зон, а также сведения о планируемых для размещения в них объектах федерального значения, объектах регионального значения, объектах местного значения, за исключением линейных объектов и подлежащие установлению красные линии для размещения улично-дорожной сети.
пункт 3 части 5 статьи 23	3) границы и описание функциональных зон с указанием планируемых для размещения в них объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения (за исключением линейных объектов) и местоположения линейных объектов федерального значения, линейных объектов регионального значения, линейных объектов местного значения.	3) границы и описание функциональных зон с указанием планируемых для размещения в них объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения (за исключением линейных объектов) и местоположения линейных объектов федерального значения, линейных объектов регионального значения, линейных объектов местного значения и отображение подлежащих установлению красных линий для размещения улично-дорожной сети.
пункт 2 части 3 статьи 41	2) необходимы установление, изменение или отмена красных линий;	2) необходимы установление, изменение или отмена красных линий, в том числе в случае отображения в документе территориального планирования подлежащих установлению красных линий;
пункт 4 части 4 статьи 42	4) схему организации движения транспорта (включая транспорт общего пользования) и пешеходов, отражающую местоположение объектов транспортной инфраструктуры и учитывающую существующие и прогнозные потребности в транспортном обеспечении на территории, а также схему организации улично-дорожной сети;	4) схему организации движения транспорта (включая транспорт общего пользования) и пешеходов, отражающую местоположение объектов транспортной инфраструктуры и учитывающую существующие и прогнозные потребности в транспортном обеспечении на территории, а также схему организации улично-дорожной сети в границах красных линий, определенных в положении о территориальном планировании и отображенных на картах генерального плана поселения, городского округа, муниципального округа;

результат заключается в предложении различать дискретные элементы планировочной структуры и её непрерывный пространственный каркас, формируемый улично-дорожной сетью.

В качестве выводов по настоящей работе предлагаются конкретные изменения в ГрК РФ, приведённые в таблице.

Список источников

1. Арутюнова, Н.Д. Тождество и подобие / Н.Д. Арутюнова // Логический анализ языка. Тождество и подобие. Сравнение и идентификация : Сборник статей / ред. Н.Д. Арутюнова. М. : Институт языкознания АН СССР, 1990. 226 с.

Arutyunova N. D. Identity and Similarity. In: Arutyunova N.D. (ed.): *Logical Analysis of Language. Identity and Similarity, Comparison and Identification*, Collection of articles. Moscow, Institute of Linguistic of The USSR Academy of Sciences, 1990, 226 p. (in Russ.)

2. *Maiboroda, V.A.* Formation and Legal Regulation of Urban Agglomerations in the Russian Federation: Ensuring Sustainable Development of Territories / V.A. Maiboroda, E.T. Maiboroda, P.P. Spirin // Journal of Law Studies. 2023. Vol. 4, № 76. P. 1–15.

Maiboroda V.A., Maiboroda E.T., Spirin P.P. Formation and Legal Regulation of Urban Agglomerations in the Russian Federation: Ensuring Sustainable Development of Territories. In: *Journal of Law Studies*, 2023, Vol. 4, no. 76, pp. 1–15. (In Engl.)

3. *Сапрыкина, О.В.* Исследование влияния элементарных планировочных структур города на загруженность транспортных магистралей / О.В. Сапрыкина, Е.А. Ахмедова, К.И. Виноградов // Техника и технология транспорта. 2019. № S (13). С. 67.

Saprykina O.V., Akhmedova E.A., Vinogradov K.I. The Network Patterns Characteristics Research as One of the Factors of Traffic Congestion. In: *Technique and Technology of Transport*, 2019, no. S (13), pp. 67. (In Russ., abstr. In Engl.)

4. *Якимов, М.Р.* Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов : монография / М.Р. Якимов. М. : Логос, 2013. 188 с.

Yakimov M.R. Transport Planning: Creating Urban Transport Models, a monograph. Moscow, Logos Publ., 2013, 188 p. (In Russ.)

5. *Hebbert, M.* Town Planning Versus Urbanismo // Planning Perspectives. 2006. № 21 (3). С. 233–251. URL: https://clck.ru/3V9gUu (дата обращения 01.02.25).

Hebbert M. (2006). Town Planning Versus Urbanismo. In: Planning Perspectives, 2006, no. 21 (3), pp. 233–251. URL: https://clck.ru/3V9gUu (Accessed 02/01/2025). (In Engl.)

6. *Майборода, В.А.* Красные линии в градостроительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2025. № 1. С. 111–115.

Mayboroda V.A. Red Lines in Urban Planning. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 1, pp. 111–116 (In Russ., abstr. In Engl.)

7. *Marshall, S.* Streets and Patterns / S. Marshall. London ; New York : Spon Press, 2005. 336 p.

Marshall S. Streets and Patterns. London ; New York, Spon Press, 2005, 336 p. (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 98–103.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 98–103.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 535.3:53.06
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-98-103

Дифференцированное нормирование инсоляции в Арктической зоне России

Шмаров Игорь Александрович (Москва). Кандидат технических наук. Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН. Эл. почта: shmarovigor@yandex.ru

Земцов Владимир Викторович (Москва). Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН. Эл. почта: zemcov-v@yandex.ru

Сладкова Юлия Николаевна (Санкт-Петербург). Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья. Эл. почта: j.sladkova@s.znc.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности инсоляционного режима Арктической зоны России и обосновывается необходимость разработки дифференцированных нормативных требований к инсоляции в зависимости от географического положения и климатических условий арктических подзон. Показано, что действующие нормативные документы ориентированы преимущественно на условия умеренных широт и не учитывают специфические особенности Арктики: экстремально низкие высоты солнца, сезонную неравномерность солнечной радиации, наличие полярного дня и полярной ночи, а также повышенное влияние отражённой радиации от снежного покрова.

Предлагается разделение арктической территории на северный, центральный и южный районы с учётом широтного положения и характеристик солнечного климата. Для каждой зоны рассматриваются особенности инсоляционного режима и формулируются предложения по корректировке нормативной продолжительности инсоляции жилых и общественных помещений.

Разработанный подход позволяет повысить качество световой среды, достоверность оценки светового режима зданий, обеспечить более рациональное проектирование светопрозрачных конструкций и солнцезащитных устройств, а также повысить энергетическую эффективность зданий в условиях Арктики.

Ключевые слова: Арктика, инсоляция, Арктическая зона РФ, солнечная радиация, нормирование инсоляции, световой климат, энергоэффективность, высокие широты

Для цитирования. Шмаров И.А., Земцов В.В., Сладкова Ю.Н. Дифференцированное нормирование инсоляции в Арктической зоне России // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 98–103. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-98-103.

Differentiated regulation of insolation in the Arctic zone of Russia

Shmarov Igor A. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology. Scientific-Research Institute of Building Physics of the Russian Academy architecture and construction sciences. E-mail: shmarovigor@yandex.ru

Zemtsov Vladimir V. (Moscow). Scientific-Research Institute of Building Physics of the Russian Academy architecture and construction sciences. E-mail: zemcov-v@yandex.ru

© Шмаров И.А., Земцов В.В., Сладкова Ю.Н., 2026

Sladkova Yulia N. (Saint Petersburg), North-West Public Health Research Center. E-mail: j.sladkova@s.znc.ru

Abstract. The article examines the features of the insolation regime in the Arctic zone of Russia and substantiates the need to develop differentiated regulatory requirements for insolation depending on the geographical location and climatic conditions of the Arctic subzones. It is shown that the current regulatory documents are mainly focused on the conditions of temperate latitudes and do not take into account the specific features of the Arctic: extremely low altitudes of the sun, seasonal unevenness of solar radiation, the presence of a polar day and a polar night, as well as the increased influence of reflected radiation from the snow cover.

It is proposed to divide the Arctic territory into northern, central and southern subzones, taking into account the latitude position and characteristics of the solar climate. For each subzone, the features of the insolation regime are considered and proposals are formulated to adjust the standard duration of the insolation of residential and public premises.

The developed approach makes it possible to increase the reliability of the assessment of the light regime of buildings, to ensure a more rational design of translucent structures and sun protection devices, as well as to increase the energy efficiency of buildings in Arctic conditions.

Keywords: Arctic, insolation, Arctic zone of the Russian Federation, solar radiation, rationing of insolation, light climate, energy efficiency, high latitudes

For citation. Shmarov I.A., Zemtsov V.V., Sladkova Yu.N. Differentiated regulation of insolation in the Arctic zone of Russia. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 98–103, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-98-103.

Введение

Инсоляция и естественное освещение являются значимыми факторами, формирующими световую среду помещений жилых и общественных зданий. В России необходимость соблюдения норм по инсоляции закреплена законодательно[1]. Результаты расчётов продолжительности инсоляции и коэффициента естественной освещённости, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87[2], являются обязательным разделом проектной документации. Действующие в настоящее время санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21[3] устанавливают гигиенические нормативы продолжительности инсоляции на определённые календарные периоды с учётом географической широты местности. Для Северной зоны (севернее 58° с. ш.) установлен единый гигиенический норматив – не менее 2,5 часов в день с 22 апреля по 22 августа. При соблюдении определённых условий допускается прерывистость продолжительности инсоляции, а также снижение продолжительности инсоляции на 0,5 часа для северной и центральной зон.

Согласно документу Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций «Компендиум ЕЭК, включающий образцы положений для строительных правил»[4], проникновение солнечной радиации в жилые помещения считается полезным для здоровья и психологического состояния человека. Однако отмечается, что при современном уровне знаний точное определение потребностей человека в инсоляции жилых помещений невозможно, поэтому соответствующие положения национальных строительных норм и правил разрабатываются исключительно на основе накопленного к настоящему времени опыта практического планирования жилых территорий.

Арктическая зона России характеризуется уникальными природно-климатическими условиями, существенно отличающимися от условий умеренных широт, для которых, в основном, разрабатывались действующие нормативные требования по инсоляции и естественному освещению зданий.

В высоких широтах наблюдаются:

– малые углы высоты солнца;
– сезонная неравномерность солнечной радиации;
– полярный день и полярная ночь;
– высокая продолжительность периода сумерек;

[1] Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 23) (http://www.kremlin.ru/acts/bank/13636); «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ст. 15) (http://www.kremlin.ru/acts/bank/21918); Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ст. 10) (http://www.kremlin.ru/acts/bank/30476).

[2] Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (https://docs.cntd.ru/document/902087949); Постановление Правительства Российской Федерации от 27.05.2022 № 963 «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию и признании утратившими силу отдельных положений некоторый актов Правительства Российской Федерации» (https://docs.cntd.ru/document/350528778).

[3] СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (https://clck.ru/3VFSjM).

[4] Компендиум ЕЭК, включающий образцы положений для строительных правил (ECE COMPENDIUM OF MODEL PROVISIONS FOR BUILDING REGULATIONS. ECE/HBP/81/Rev. 1, 1996).

– повышенное альбедо снежного покрова;
– преобладание рассеянной радиации.

Указанные факторы оказывают существенное влияние на инсоляционный режим зданий [1; 2] и условия формирования естественного освещения помещений.

Существующие нормативы инсоляции [3] не учитывают в полной мере специфику арктического региона, вследствие чего применение единых нормативных требований для различных широтных зон может приводить:
– к высоким требованиям в северных районах;
– к снижению энергоэффективности зданий;
– к ухудшению светового и теплового режима помещений;
– к нерациональному проектированию светопрозрачных конструкций.

В связи с этим актуальной задачей является разработка обоснованного подхода к дифференцированному нормированию инсоляции для различных подзон Арктики.

Анализ существующих нормативных подходов

В действующих нормативных документах оценка инсоляции осуществляется по продолжительности прямого солнечного облучения помещений и территорий.

Основными недостатками существующего подхода применительно к Арктике являются:
1) ориентация на климатические условия средней полосы;
2) отсутствие учёта низких высот солнца;
3) отсутствие учёта полярных режимов освещения;
4) отсутствие широтных различий нормативов;
5) недостаточный учёт отражённой солнечной радиации.

Предложения по дифференцированному нормированию инсоляции

Предлагается переход от единых нормативных требований к системе нормирования, учитывающей:
– географическую широту;
– продолжительность светового дня;
– климатические характеристики;
– уровень солнечной радиации;
– сезонность солнечного режима.

Продолжительность инсоляции определяется географической широтой местности, а также астрономическими параметрами движения [4–6] и высоты стояния солнца – $h_\odot$:

$$h_\odot = 90° - \varphi + \delta, \quad (1)$$

где φ – географическая широта; δ – склонение солнца.

При увеличении широты значение высоты стояния солнца уменьшается.

Даже в летний период в Арктике солнце располагается относительно низко над горизонтом и приводит к увеличению длины теней и снижению интенсивности прямой солнечной радиации.

Дифференцированное нормирование позволит:
– повысить качество световой среды;
– оптимизировать площади светопрозрачных конструкций;
– уменьшить теплопотери через остекление;
– повысить энергетическую эффективность зданий;
– снизить перегрев помещений в летний период.

При этом фактический световой режим арктических территорий существенно различается даже внутри самой Арктической зоны России.

В качестве одного из критериев может использоваться годовая инсоляционная обеспеченность. Так, авторы статьи [7] приводят данные, что самый длинный период инсоляции в Арктике наблюдается в Чукотском автономном округе – около 2000 часов в год, а наиболее короткий в Ненецком автономном округе, Мурманской области и Республики Коми – 1400 часов в год (рис. 1).

Этот критерий можно использовать как основу для перехода от «жёсткой» – нормируемой – продолжительности инсоляции к климатически адаптированному нормированию, учитывающему реальные ресурсы солнечного света конкретного региона Арктики.

Сейчас действующее нормирование, в основном, опирается на фиксированную продолжительность инсоляции (одинаковые требования для очень разных широтных условий севернее 58°с. ш.), но для Арктики это не всегда подходит, потому что годовой инсоляционный ресурс различается, продолжительность светового периода, и инсоляция по сезонам распределяется неодинаково.

Поэтому показатель годовой инсоляционной обеспеченности можно использовать как климатическую базу для адаптации нормативов.

Можно ввести коэффициент обеспеченности территории солнечным ресурсом:

$$k_{ср} = I_р / I_{бн}, \quad (2)$$

где $I_р$ – годовая инсоляция региона; $I_{бн}$ – базовое нормативное значение.

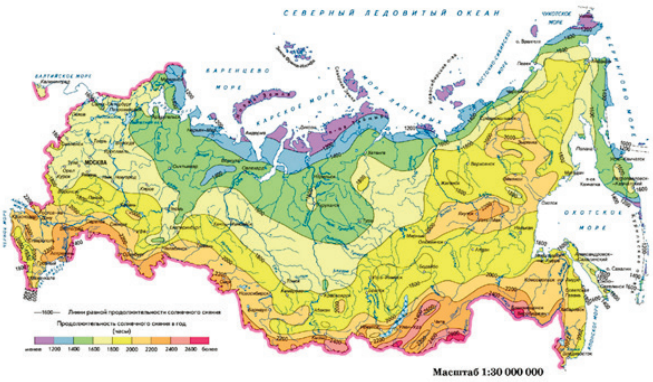


Рис. 1[5]. Карта продолжительности солнечного сияния в год (часы)

[5] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

Пример:

Если продолжительность солнечного сияния (см. рис. 1): Чукотка ≈ 2000 ч/год как базовое значение региона, а Мурманская область ≈ 1400 ч/год.

Тогда: для Чукотки по формуле (2):

$$k_{ср} = \frac{2000}{2000} = 1$$

для Мурманской области:

$$k_{ср} = \frac{1400}{2000} = 0{,}7$$

Коэффициент обеспеченности территории солнечным ресурсом позволяет корректировать требования к инсоляции в зависимости от территории: в районах с низкой годовой инсоляцией уменьшать минимальную нормативную продолжительность, а в районах с высоким солнечным ресурсом сохранять более высокие требования.

Наиболее рациональным критерием является широтное деление территории [8] (рис. 2 и 3).

Для целей нормирования предлагается разделение Арктической зоны на три района.

Южный район Арктической зоны включает территории – от 66° до 72° северной широты.

К данному району относятся:

– Мурманская область;

– Нарьян-Мар;

– южные районы ЯНАО (город Губкинский, город Муравленко, город Надым, город Новый Уренгой, город Ноябрьск);

– посёлок городского типа Тикси (см. рис. 3, 4)

– север Архангельской области.

Для южной Арктики характерны сравнительно мягкие арктические условия, наличие выраженной сезонности, сравнительно высокая облачность, умеренная продолжительность полярного дня и ночи (либо отсутствует, либо имеет небольшую продолжительность).

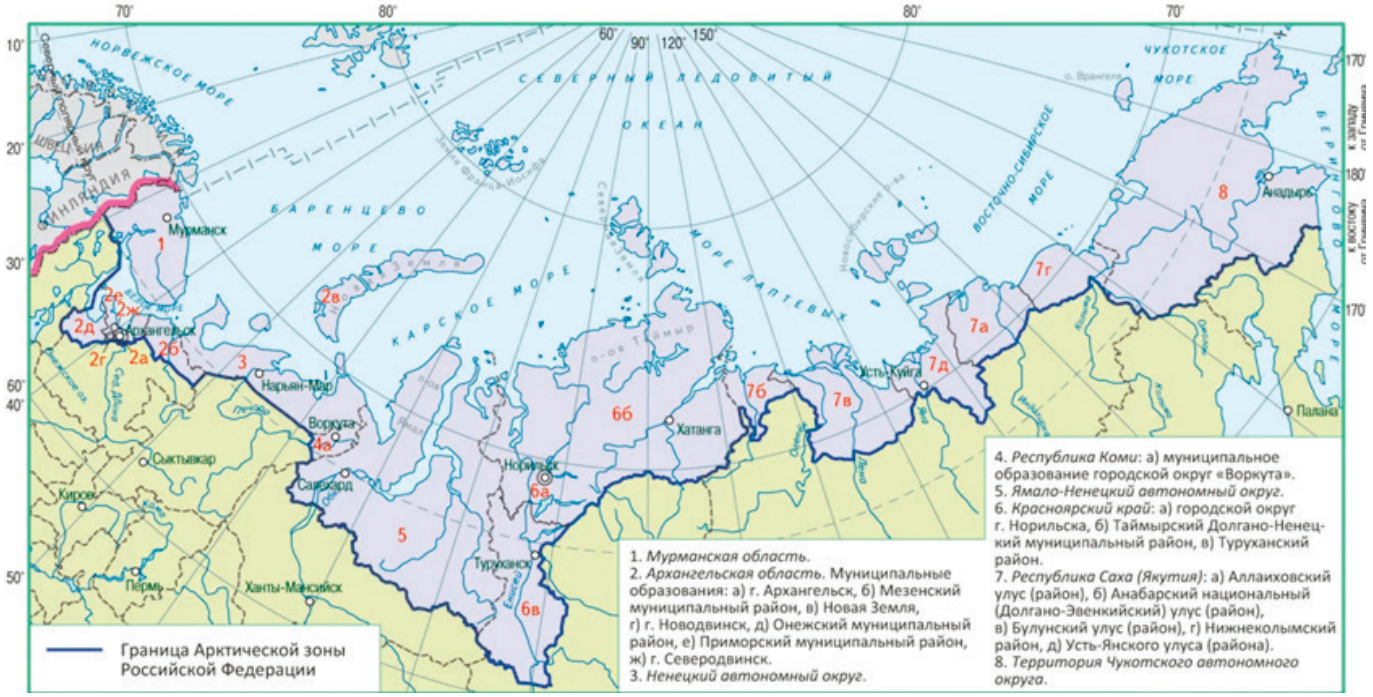


Рис. 2. Арктические зоны Российской Федерации



Рис. 3. Города Российской Федерации за полярным кругом



Рис. 4. Посёлок городского типа Тикси. Республика Саха (Якутия)

Особенности солнечного режима: летом наблюдается значительная продолжительность светового дня, а высота солнца выше, чем в центральной и северной Арктике, но зимой сохраняется дефицит солнечного света.

Максимальная высота солнца летом ($\delta = 23{,}5°$) определяется по формуле (1):

При широте 68°:

$$h_{\odot} = 90° - 68° + 23{,}5° = 45{,}5°$$

Это обеспечивает сравнительно благоприятные условия инсоляции [1; 7–9].

Центральный район Арктической зоны включает территории от 72° до 78° северной широты.

К центральному району Арктической зоны относятся:

– север Ямало-Ненецкого автономного округа;

– полуостров Таймыр;

– посёлок городского типа Диксон (см. рис. 3, 5);

– арктические побережья.

Для центрального района Арктической зоны характерны крайне низкие температуры, сильные ветера, продолжительная полярная ночь, длительный полярный день.

Высота солнца в данной зоне существенно уменьшается.

Например, при широте 75° согласно формуле (1):

$$h_{\odot} = 90° - 75° + 23{,}5° = 38{,}5°$$

Зимой солнце длительное время отсутствует над горизонтом, а требования по длительности прямой инсоляции становятся трудно реализуемыми при ориентировании на умеренные широты, если не учитывать полярные особенности. В результате выполнение установленного требования по инсоляции не всегда обеспечивает комфортную световую среду [1; 7–9].

Северный район Арктической зоны включает территории севернее 78° северной широты.

К северному району Арктической зоны относятся:

– Земля Франца-Иосифа (рис. 6);

– Северная Земля;

– север Новой Земли;

– высокоширотные острова.

Для северной Арктики характерны многомесячная полярная ночь, крайне низкая высота солнца и минимальное поступление солнечной энергии. Даже летом солнечные лучи падают под малым углом. Основным источником естественного света становится рассеянный свет и отражённая солнечная радиация. Прямая инсоляция играет очень ограниченную роль, и нормирование только по продолжительности инсоляции становится нецелесообразным, потому что обеспечить нормативную инсоляцию невозможно по объективным природным причинам [1; 7–9].

Предлагаемое деление Арктики на районы может стать основой для разработки специализированных нормативных требований, учитывающих особенности высокоширотного солнечного режима.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка математических моделей комплексной оценки инсоляции и естественного освещения с учётом отражённой радиации, облачности и параметров городской застройки.

Выводы

Проведённый анализ показывает, что существующие подходы к оценке инсоляции недостаточно адаптированы к условиям Арктической зоны России.

Научно обоснованное дифференцированное нормирование инсоляции, ориентированное на районы Арктической зоны, позволит учитывать реальные условия солнечного климата; повышать качество световой среды помещений; улучшать энергоэффективность зданий:

– для южного района Арктической зоны целесообразно сохранение традиционных требований с учётом сезонной адаптации;

– для центрального района Арктической зоны рекомендуется



Рис. 5. Посёлок городского типа Диксон. Красноярский край



Рис. 6. Здание «Арктический трилистник». Остров Земля Александры в архипелаге Земля Франца-Иосифа

ется комбинированная система, учитывающая как инсоляцию, так и показатели светового комфорта;

– для северного района Арктической зоны наиболее рациональным является переход к комплексному нормированию световой среды с акцентом на динамическое освещение и компенсацию дефицита естественного света.

Список источников / Reference

1. *Александров, В.Н.* К вопросу об инсоляции и УФ-климате жилищ на Крайнем Севере / В.Н. Александров, А.И. Александрова // Гигиена и санитария. 1976. URL: https://clck.ru/3VFUHy (дата обращения 15.07.2026).

Alexandrov V.Y., Alexandrova A.I. The Problem of Insolation Ultraviolet Climate in Dwellings of Extreme North. In: *Gigiena i Sanitariya*, 1976. URL: https://clck.ru/3VFUHy (Accessed 07/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)

2. *Смульский, И.И.* Эволюция инсоляции в эквивалентных широтах в Арктике и Антарктике / И.И. Смульский, А.А. Иванова. EDN: YRHEVF // Theory and Methods of Polar Science : Proceedings of International youth scientific conference on the polar geodesy, glaciology, hydrology and geophysics. Санкт-Петербург, 17–19 мая 2018 года / eds. Popov S.V., Gavrilkina S.A., Pryakhina G.V. Санкт-Петербург : ВВМ, 2018. С. 114–123. URL: https://clck.ru/3VFUku (дата обращения 15.07.2026).

Smul'skiy I.I., Ivanova A.A. Evolution of Insolation at Equivalent Latitudes in the Arctic and Antarcticю In Popov S.V., Gavrilkina S.A., Pryakhina G.V. (eds.): *Theory and Methods of Polar Science*, Proceedings of International youth scientific conference on the polar geodesy, glaciology, hydrology and geophysics. St. Petersburg, May 17–19, 2018. St. Petersburg, BBM Publ., 2018, pp. 114–123. URL: https://clck.ru/3VFUku (Accessed 07/15/2026). (In Russ.)

3. Проектирование жилых зданий с учётом требований инсоляции российских и европейских норм / И.А. Шмаров, В.В. Земцов, Ю.Н. Сладкова, Ю.Б. Поповский. DOI 10.31659/0044-4472-2025-8-3-10. EDN: JHGFYQ // Жилищное строительство. 2025. № 8. С. 3–10.

Shmarov I.A., Zemtsov V.V., Sladkova Yu.N., Popovskiy Yu.B. Residential Buildings Design in View of Insolation Requirements by Russian and European Standards. In: *Housing Construction*, 2025, no. 8, pp. 3–10. DOI 10.31659/0044-4472-2025-8-3-10. EDN: JHGFYQ. (In Russ., abstr.in Engl.)

4. *Соловьёв, А.К.* Физика среды / А.К. Соловьёв. М. : АСВ, 2011. 352 с.

Soloviev A.K. Physics of the Environment. Moscow, ASV Publ., 2011. 352 p.

5. *Гусев, Н.М.* Основы строительной физики : Учебник для вузов / Н.М. Гусев. М. : Стройиздат, 1975. 440 с.

Gusev N.M. Fundamentals of Building Physics. Moscow, Stroyizdat Publ., 1975, 440 p.

6. Космические регуляторы климата Земли / Г.А. Аванесов, Б.С. Жуков, М.В. Михайлов, Б.Г. Шерстюков. DOI 10.31857/S0320930X23060014. EDN: DBABWW // Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы. 2023. Т. 57, № 6. С. 521–531.

Avanesov G.A., Zhukov B.S., Mikhailov M.V., Sherstyukov B.G. Cosmic Regulators of the Earth's Climate. In: *Astronomicheskii Vestnik. Issledovaniya Solnechnoi Sistemy*, 2023, Vol. 57, no. 6, pp. 521–531. (In Russ., abstr.in Engl.)

7. *Губина, О.В.* Оценка последствий изменения климата и обоснование потребности в адаптации к ним в регионах Российской Арктики / О.В. Губина, А.А. Проворова. DOI:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002 // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 23–40.

Gubina O.V., Provorova A.A. Assessing Climate Change Impacts and the Need for Adaptation in Russia's Arctic Regions. In: *The North and the Market: Forming the Economic Order*, 2025, no. 4, pp. 23–40. DOI:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002 (In Russ., abstr.in Engl.)

8. *Жуков, М.А.* Проблемы совершенствования состава Арктической зоны Российской Федерации / М.А. Жуков, В.Н. Крайнов, В.М. Телеснина // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера : Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2016. № 4. С. 80–89. URL: https://clck.ru/3VFVd6 (дата обращения 15.07.2026).

M.A. Zhukov, V.N. Kraynov, V.M. Teles. Problems of Improving the Composition of the Russian Arctic. In: *Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North. Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University*, 2016, no. 4, pp. 80–89. URL: https://clck.ru/3VFVd6 (Accessed 07/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)

9. *Шерстюков, Б.Г.* Климатические условия Арктики и новые подходы к прогнозу изменения климата / Шерстюков Б.Г. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.24.39 // Арктика и Север. 2016. № 24. С. 39–67 (дата обращения 15.07.2026).

Sherstyukov B.G. The Climatic Conditions of the Arctic and New Approaches to the Forecast of the Climate Change. In: *Arctic and North*, 2016, no. 24, pp. 39–67 DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.24.39. URL: https://clck.ru/3VFVnv(Accessed 07/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 104–111.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 104–111.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 691.7
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-104-111

Исследование равнопрочных механических муфтовых соединений высокопрочной арматуры при однократных динамических нагрузках

Рахманов Виктор Алексеевич (Москва). Кандидат технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН. Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт «ВНИИжелезобетон». Эл. почта: V.Rahmanov@vniizhbeton.ru

Сафонов Александр Александрович (Москва). Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт «ВНИИжелезобетон». Эл. почта: A.Safonov@vniizhbeton.ru

Аннотация: Рассмотрены результаты проведённых в ИЦ «НИЦстром» института «ВНИИжелезобетон» исследований свойств равнопрочных механических муфтовых соединений высокопрочной арматуры класса А500С при статических и однократных динамических нагрузках. Исследования проведены на сервогидравлической испытательной системе SCHENCK. Получены диаграммы деформирования «σ-ε» при статическом и однократном динамическом нагружении равнопрочных механических соединений арматуры.

Ключевые слова: соединение арматуры, испытательная система, статическое и однократное диннамическое нагружение, деформация и удлинение арматуры, класс арматуры, коэффициент динамического упрочнения

Для цитирования. Рахманов В.А., Сафонов А.А. Исследование равнопрочных механических муфтовых соединений высокопрочной арматуры при однократных динамических нагрузках // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 104–111. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-104-111.

Research on Equal-Strength Mechanical Couplings of High-Strength Rebars under Single-Cycle Dynamic Loads

Rakhmanov Viktor A. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology, Professor, Corresponding Member of RAACS. Research, Design, and Technological Institute "VNIIzhelezobeton". E-mail: V.Rahmanov@vniizhbeton.ru

Safonov Aleksandr A. (Moscow). Research, Design, and Technological Institute "VNIIzhelezobeton". E-mail: A.Safonov@vniizhbeton.ru

Abstract: The results of studies conducted at the Research Center "NITsStrom" of the All-Russian Research Institute of Reinforced Concrete on the properties of equal-strength mechanical coupling joints of high-strength reinforcement class A500S under static and single-time dynamic loads are considered. The studies were conducted using the SCHENCK servo-hydraulic testing system. The "σ-ε" deformation diagrams were obtained during static and single-time dynamic loading of equal-strength mechanical reinforcement joints.

Keywords: reinforcement connection, testing system, static and single-cycle dynamic loading, reinforcement deformation and elongation, reinforcement class, dynamic hardening coefficient

For citation. Rakhmanov V.A., Safonov A.A. Research on Equal-Strength Mechanical Couplings of High-Strength Rebars under Single-Cycle Dynamic Loads. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 104–111, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-104-111.

© Рахманов В.А., Сафонов А.А., 2026

В современных условиях возрастания объёмов строительства специальных сооружений оборонного назначения с использованием монолитного железобетона особенно актуальным являются исследования работы механических соединений арматурной стали при однократных динамических нагрузках при скорости их деформирования эквивалентной скорости распространения взрывной волны.

Скорость (динамичность) воздействия сказывается на характеристиках диаграмм деформирования арматурной стали как в части напряжений, так и в части деформаций. Качественный характер и основные закономерности влияния скорости нагружения на прочностные и деформативные характеристики арматурной стали довольно хорошо изучены. Вместе с тем количественные показатели изменений существенно зависят от режима и скорости воздействия и методики испытаний. Данные о влиянии скорости нагружения на прочностные и деформативные характеристики механических соединений арматурной стали в открытых источниках отсутствуют.

В большинстве исследований механических соединений арматуры (МСА) [1–6] изучались стандартные вопросы их деформативности, временного сопротивления и относительного удлинения соединяемой арматуры. Какие-либо данные для описания диаграмм деформирования при динамических воздействиях высокой интенсивности отсутствуют. В то же время для эффективного использования диаграмм деформирования в расчёте железобетонных конструкций[1], особенно с точки зрения их прочности, требуются полные диаграммы, по крайней мере до временного сопротивления. Это связано с особенностями проектирования специальных конструкций, воспринимающих динамические нагрузки, когда основным требованием является исключение их обрушения, а деформации и ширина раскрытия трещин не ограничиваются.

Целью работы являлось получение и оценка динамических характеристик (напряжений и деформаций) равнопрочных механических соединений арматуры (МСА) с использованием резьбовых муфт с цилиндрической и конусной резьбой различных производителей;

– выбор МСА, обеспечивающих их равнопрочность соединяемой арматуре при однократных динамических воздействиях;

– проведение последующего контроля качества механических соединений, отобранных из арматурных каркасов строящегося спецсооружения.

Критерии равнопрочности контрольных образцов МСА при статических и динамических испытаниях:

– хрупкое разрушение тел соединяемых стержней не допускается;

– разрушение муфтового соединения не допускается;

– разрушение тела соединяемых стержней допускается на расстояниях не менее двух диаметров от пассивной и активной опор испытательной машины, а также от начала и от конца муфтового соединения;

– значение временного сопротивления механического соединения не менее нормативного значения временного сопротивления соединяемой арматуры со статистической обеспеченностью 0,95;

Расчётные значения $P_в$ ($\sigma_в$) определяются (для уровня обеспечения $\alpha = 0{,}95$) по формуле:

$$P_в = P_{вср} - t\frac{S_{Pв}}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который для уровня обеспечения α = 0,95 и в зависимости от числа результатов измерений n (степеней свободы n–1) определяется по ГОСТ Р 50779.21-2004[2]; $S_{рв(св)}$ – среднее квадратическое отклонение временного сопротивления; n – объём выборки; деформативность муфтового соединения по ГОСТ 34278-2017 и ISO 15835-1[3] не более 0,1 мм; – равномерное относительное удлинение $\delta_р$ соединённых арматурных стержней после испытания на растяжение[4] не менее 2 %; – относительное удлинение δ_5 принимается с учетом [11] –значение любого единичного значения δ_5, должно соотносится с нормативным значе-нием (14%) по формуле: $\delta_5 i \geq 14\% + 1\%$[5].

На первом этапе выбора равнопрочных МСА проводились исследования муфтовых соединений с цилиндрической резьбой и нарезкой резьбы на арматуре, выполненных по технологии “Bartec» производства компаний «Ancon Building Products» (производитель 1) и «Dextra Manufacturing Co. Ltd» (производитель 2).

Технология формирования резьбы на арматурных стержнях Bartec состоит из четырёх последовательных операций[6] [7; 8]:

1) торцовка концов соединяемых арматурных стержней;

2) увеличение первоначального наружного диаметра концов соединяемых арматурных стержней до необходимого размера запатентованным методом холодного продольного прессования;

---

[1] Методическое пособие. «Оценка прочности и деформативности резьбовых механических соединений арматуры по диаграммной методике». Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве. Москва. 2020 г. (https://e-ecolog.ru/docs/jP1mhpiAJtykJNmTmiQms/1).

[2] ГОСТ Р 50779.21-2004 «Статистические методы. правила определения и методы расчёта статистических характеристик по выборочным данным» (https://docs.cntd.ru/document/1200035333).

[3] ГОСТ 34278-2017 «Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций. Технические условия» (с 01.06.2025 г. в новой редакции) (https://docs.cntd.ru/document/1200157127); ISO 15835-1 «Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars — Part 1: Requirements» (https://www.iso.org/standard/67967.html).

[4] Там же

[5] ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций Технические условия» (https://docs.cntd.ru/document/1200144936).

[6] Методическое пособие «Применение механических соединений арматуры в железобетонных конструкциях» Минстрой РФ, Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве» 2016 г. (https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293748/4293748205.pdf?ysclid=mt9o9flo230503982).

3) нарезка резьбы на увеличенных концах соединяемых арматурных стержней;

4) снятие остаточных напряжений (деформаций) сжатия после нарезки резьбы на укрупнённых холодной ковкой концах соединяемых стержней.

Подготовленные арматурные стержни соединяются соединительной муфтой заводского изготовления из стали с нарезанной внутренней параллельной (цилиндрической) резьбой.

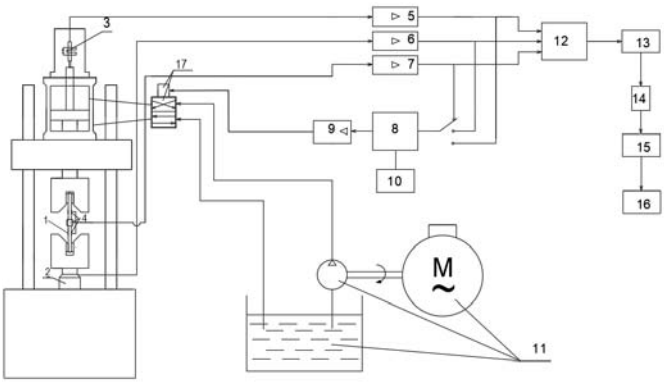
При поведении испытаний использовалась методика, разработанная в ИЦ «НИЦстром» института «ВНИИжелезобетон»

Статические испытания по оценке механических свойств арматуры А500С (предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения) проводили в соответствии с методическим пособием «Применение механических соединений арматуры в железобетонных конструкциях»[7] и МСА А500С Ø28 мм и Ø36 мм (деформативности, прочности и равномерного относительного удлинения соединяемой арматуры) проводили по методикам[8] с использованием сервогидравлической испытательной системы «SCHENCK POZ 0691» с регулируемым контуром обратной связи в режиме постоянной скорости перемещения активного захвата составляющей $\dot{S} = 0{,}02$ мм/с.

Однократные динамические (импульсивные) испытания проводили в соответствии с «Рекомендациями по методу динамических испытаний арматуры»[9], разработанными институтом «ВНИИжелезобетон, с использованием сервогидравлической испытательной системы «SCHENCK POZ 069» в режиме постоянной скорости перемещения активного захвата $\dot{\sigma}$ = 150 мм/с, что соответствовало в упругой стадии деформирования скорости роста напряжений $\dot{\sigma} \approx 50 \cdot 103$ МПа/с и, соответственно, скорости роста деформаций $\dot{\varepsilon} \approx 1 \cdot c^{1}$ и обеспечивала на стадии упругого деформирования опытного образца достижения предела текучести за 12-15 милисекунд.

Для регистрации информации о механических характеристиках исследуемых образцов арматуры и их муфтовых соединений использовали измерительно-регистрирующий комплекс аппаратуры (рис. 1), включавший в себя: датчики первичной информации – тензорезисторы, установленные на арматуре и муфтовом соединении; датчики перемещения активного захвата и усилия испытательной системы; электронный восьмиканальный анализатор спектра ZET 017-T8 (тензостанция) для статических и динамических измерений механических величин фирмы «ZET» с программным обеспечением.

В процессе испытания проводили измерения и регистрацию изменения усилия P, деформаций ε и перемещения активной опоры S в масштабе реального времени.



1 – опытный образец;
2 – датчик силы (динамометр);
3 – датчик перемещения;
4 – датчик деформаций;
5 – усилитель канала перемещения;
6 – усилитель канала силы;
7 – усилитель канала деформаций;
8 – селектор обратной связи;
9 – усилитель;
10 – генератор формы сигнала;
11 – насосная станция;
12 – анализатор спектра ZET 017-T8 (тензостанция);
13 – интерфейс с АЦП и ЦАП;
14 – интерфейс связи;
15 – персональный компьютер;
16 – печатающий терминал;
17 – сервоклапан

Рис. 1[10]. Принципиальная блок-схема сервогидравлической испытательной и измерительной системы (все рисунки,фотографии и графики созданы авторами статьи)

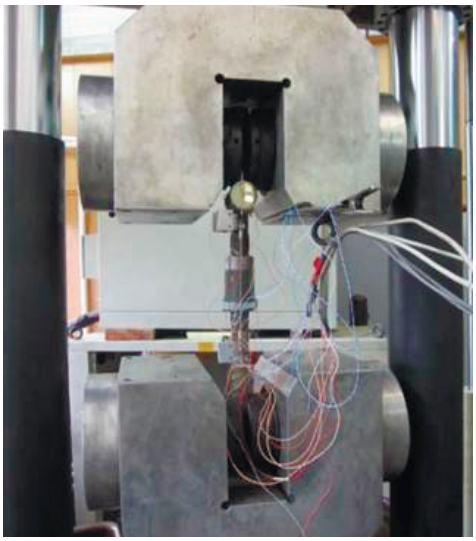


Рис. 2. Экспериментальная оценка деформативности равнопрочных МСА

[7] Методическое пособие «Применение механических соединений арматуры в железобетонных конструкциях» (https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293748/4293748205.pdf?ysclid=mt9o9flo230503982).

[8] ГОСТ 12004-81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение» (https://docs.cntd.ru/document/1200004033); ГОСТ 34227-2017 «Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций. Методы испытаний» (с 01.06.2025 г. в новой редакции) (https://docs.cntd.ru/document/1200157054); ISO 15835-2 «Steels for the reinforcement of concrete – Reinforcement couplers for mechanical splices of bars – Part 2: Test methods» (https://clck.ru/3VMMMC); Method of Tests for Mechanical and Welded Reinforcing Steel' Splices. California Department of Transportation. Sacramento CA. 2004 (https://www.wje.com/expertise/laboratories/testing-standards/california-test-670); A1034/A1034M 05b Standard test methods for testing mechanical splices for steel reinforcing bars – 2005 (https://catalogue.normdocs.ru/catalog/com.normdocs.astm.card.a1034.a1034m-05b/Standard-ASTM-A1034-A1034M-05b?ysclid=mt9oqjnlqb822986593y).

[9] Рекомендации по методу динамических испытаний арматуры. М. : ВНИИжелезобетон, 1985.

[10] Статья проиллюстрирована схемами, рисунками и фотографиями авторов.

На первоначальном этапе все контрольные образцы МСА подвергались испытанию по оценке их деформативности (рис. 2), которые предшествовали их статическим и динамическим испытаниям. Деформативность всех опытных образцов, за исключением МСА Dextra BF арматуры Ø 36 мм, соответствовали требованиям[11] и находились в диапазоне от 0,035 мм до 0,085 мм. Деформативность МСА Dextra BF арматуры Ø 36 мм находилась в диапазоне от 0,075 мм до 0,160 мм (рис. 3). Как показал анализ результатов испытаний и характера разрушения механических соединений

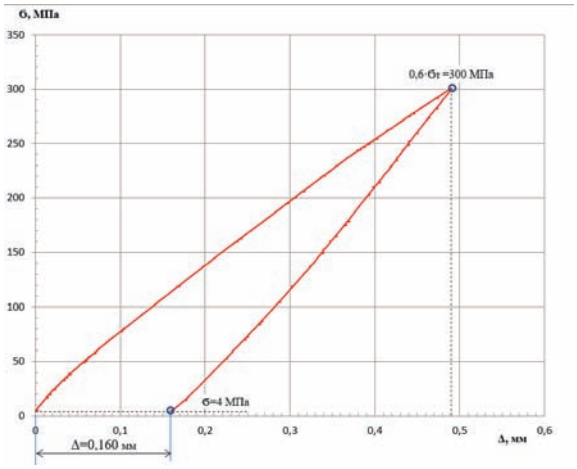


Рис. 3. Деформативность муфтового механического соединений Dextra BF с параллельной резьбой арматуры А500С Ø36 мм

BF арматуры Ø 36 мм, их повышенная деформативность явилась следствием несоответствия параметров режима холодного прессования концов соединяемых стержней арматуры и последующего снятия напряжений фактическим характеристикам арматуры. Напряжения, возникавшие в арматурных стержнях при холодном прессовании существенно превышали их предел текучести, что приводило к возникновению повышенных остаточных напряжений (деформаций) сжатия и микродефектов в структуре металла и как следствие к повышенной деформативности механических соединений и хрупкому характеру их разрушения (рис. 4) в зоне прессования при динамическом нагружении.

После корректировки параметров холодной ковки концов арматурных стержней и последующего снятия напряжений деформативность МСА BF пришла в соответствие с нормативными требованиями, а разрушение образца механического соединения переместилось из зоны утолщения (прессования) арматурного стержня в рабочую зону сечения и приобрело пластический характер с образованием шейки.

Интересным представляется характер поведения деформаций в соединяемых арматурных стержнях и в соединительных муфтах с цилиндрической (рис. 5, 6) и конусной

[11] Методическое пособие «Оценка прочности и деформативности резьбовых механических соединений арматуры по диаграммной методике» (https://e-ecolog.ru/docs/jP1mhpiAJtykJNmTmiQms/1).

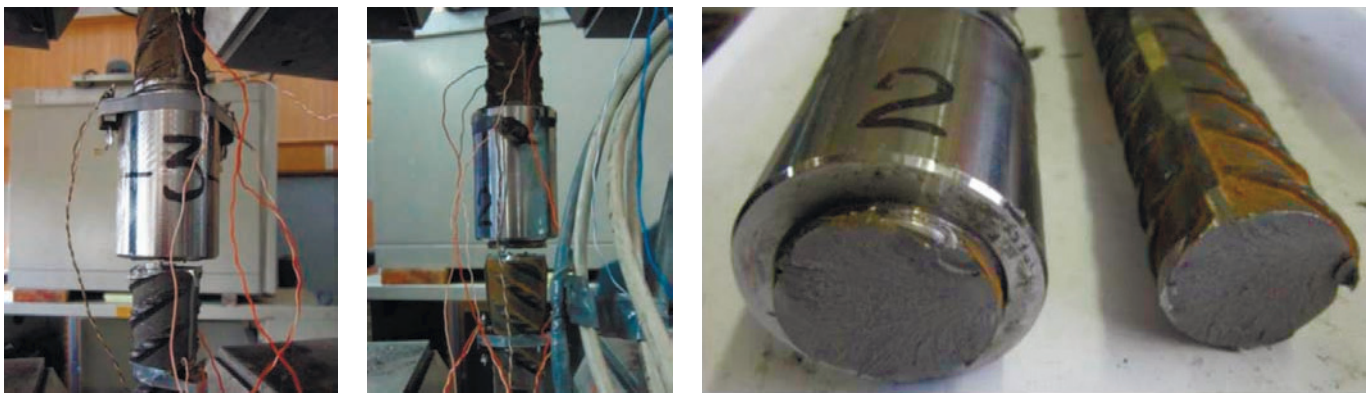


Рис. 4. Хрупкий характер разрушения МСА Dextra BF с параллельной резьбой (производитель 2) с некорректным режимом утолщения концов соединяемых стержней методом «холодного» продольного прессования при динамическом нагружении, мм

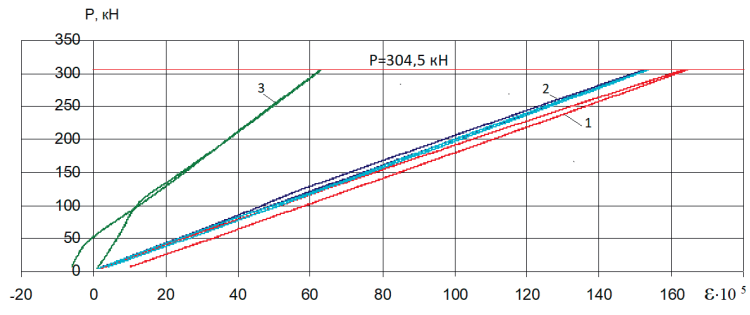


Рис. 5. Изменение средних деформаций в соединяемой арматуре (1, 2) и муфте (3) при экспериментальной оценке деформативности МСА с цилиндрической (параллельной) резьбой, мм

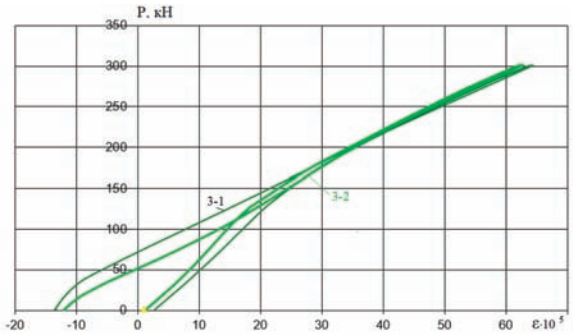


Рис. 6. Характер изменения деформаций противоположенных сторон (3–1, 3–2) соединительной муфты с параллельной резьбой при экспериментальной оценке деформативности МСА, мм

резьбой (рис. 7), полученный при экспериментальной оценки деформативности МСА.

На полученных экспериментальных графиках зависимостей деформаций (ε) от прилагаемого осевого усилия в зоне упругой работы соединяемых стержней арматуры видим нелинейный характер зависимости P–ε в муфтах с цилиндрической резьбой (см. рис 5, 6) и линейный характер зависимости P–ε в муфтах с конусной резьбой (см. рис.7). Это свидетельствует о том, что в цилиндрических муфтах после сборки МСА возникают напряжения и соответствующие им деформации сжатия. Данный факт объясняется конструктивной особенностью МСА с цилиндрической резьбой в которых торцы соединяемой арматуры упираются друг в друга. При затяжке арматуры до требуемого крутящего момента в муфте возникают начальные сжимающие напряжения, которые в процессе растяжения МСА компенсируются и придают зависимости P–ε нелинейный характер.

В МСА с применением муфт с конусной резьбой контакт соединяемых арматурных стержней отсутствует, и, соответственно, при затяжке арматуры в муфте на них не передаются напряжения.

После экспериментальной оценки характеристик деформативности контрольных образцов исследуемых МСА они подвергались статическому и однократному динамическому растяжению с регистрацией изменения основных механических и деформативных характеристик соединяемой арматуры, соединительной муфты и конструкции МСА в целом от времени процесса деформирования. Длительность процесса статического растяжения МСА от начала нагружения до его разрушения составляло от 170 до 190 с. Длительность процесса динамического растяжения от начала нагружения до достижения в соединяемых арматурных стержнях предела текучести составляло 15-16 мс, до разрушения МСА 0,3-0,4 с (рис. 8).

Всего на этапе выбора типа МСА, обеспечивающих критерии их равнопрочности соединяемой арматуре при статическом и динамическом растяжении, было испытано

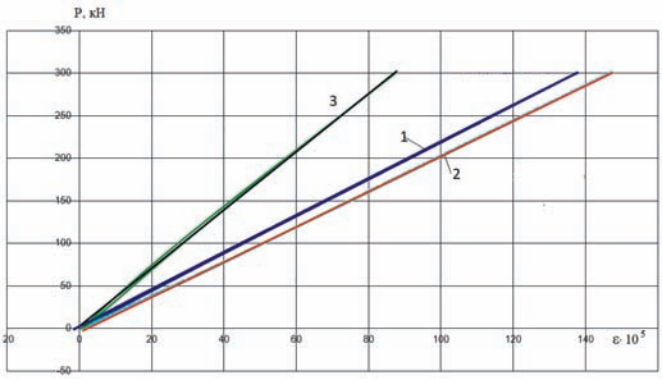
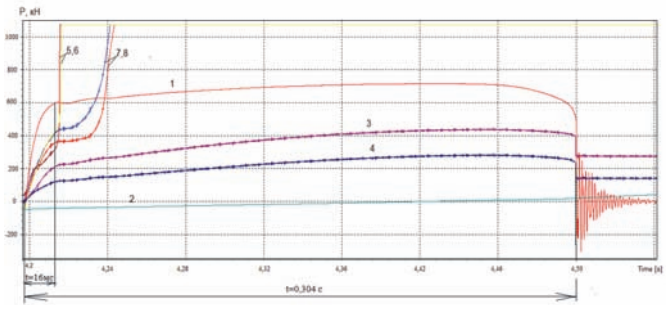


Рис. 7. Изменение средних деформаций в соединяемой арматуре (1, 2) и муфте (3) при экспериментальной оценке деформативности МСА с конусной резьбой, мм



1 – усилие P;
2 – перемещение активного захвата (удлинение образца) S;
3, 4 – деформации муфты;
5, 6 – деформации соединяемого арматурного стержня, подвергшегося разрушению;
7, 8 – деформации соединяемого арматурного стержня, не подвергшегося разрушению

Рис. 8. Регистрация прочностных и деформативных характеристик МСА при динамическом растяжении

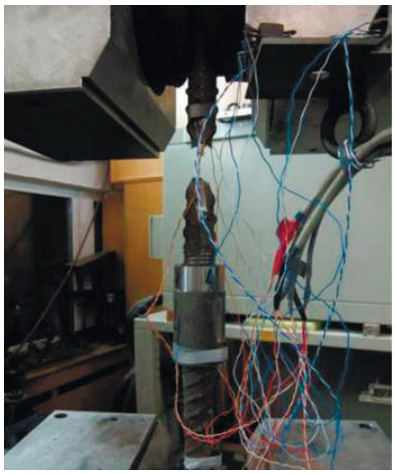


Рис. 9. Пластичный характер разрушения контрольного образца МСА А500С Ø36 мм с использованием муфты с цилиндрической резьбой (Производитель 1) при динамическом растяжении

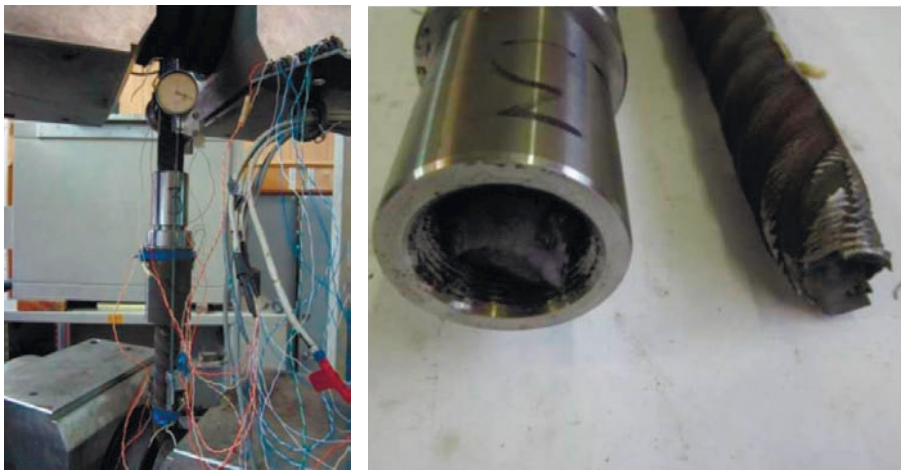


Рис. 10. Характер разрушения контрольного образца МСА А500С Ø36 мм с использованием позиционной муфты CONCON с конической резьбой при динамическом растяжении

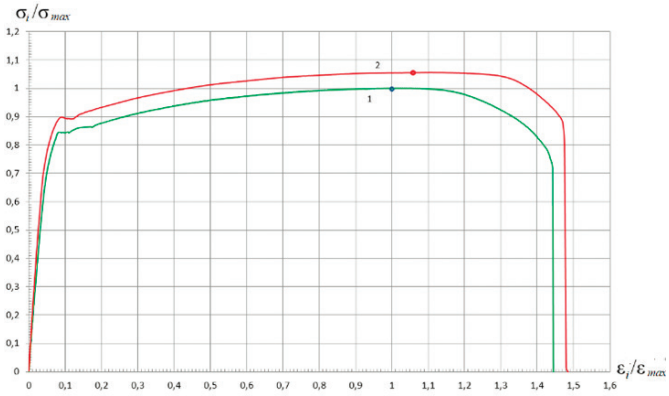


Рис. 11. Сравнение среднестатистических (с доверительной вероятностью P=0,95) относительных диаграмм деформирования равнопрочных МСА с использованием муфт с цилиндрической резьбой при статическом (1) и динамическом (2) растяжении

по шесть контрольных образцов механических соединений арматуры класса А500С Ø36 и Ø28 мм с использованием муфт с цилиндрической резьбой двух производителей – «Ancon» и «Dextra» при статическом растяжении, и по десять контрольных образцов при однократном динамическом растяжении. Также на этом этапе были проведены статические (по три образца) и динамические (по шесть контрольных образцов) испытания механических соединений CONCON арматуры А500С Ø36 с использованием стандартных и позиционных муфт (рис. 10) с конической резьбой производства ООО «ЭкоСтройПроект». Перед испытаниями механических соединений были проведены испытания контрольных образцов арматуры на статическое и однократное динамическое растяжение по три образца соответственно.

На основании результатов проведённых статических и однократных динамических испытаний был определён тип МСА, отвечающий критериям их равнопрочности соединяемой арматуре при статическом и динамическом растяжении. Указанным критериям полностью соответствовали МСА Ancon, выполненные с использованием муфт с цилиндрической (параллельной) резьбой и формированием резьбы на концах соединяемых стержней с применением технологии «Бартек» (см. рис. 9).

Уровень определения динамического изменения характеристики	Тип МСА	Коэффициент динамического изменения механических характеристик МСА по прочности и деформациям $K_Д = \frac{\overline{X}_Д}{\overline{X}_C}$	
		$K^n_{Д.\sigma.} = \frac{\overline{\sigma}^n_Д}{\overline{\sigma}^n_C}$	$K^n_{Д.\varepsilon} = \frac{\overline{\varepsilon}^n_Д}{\overline{\varepsilon}^n_C}$
Уровень предела текучести	Поз. CXL36	1,05	1,06
	Поз. CXL28	1,05	1,06
	Станд. BF 36(1)	1,05	–
	Стан. BF 36 (2)	1,04	1,05
	Поз. BF 36	1,03	1,04
	Станд. конические	1,04	1,00
	Поз. конические	1,06	0,81
	Поз. конические P13	1,02	0,93
Уровень временного сопротивления	Поз. CXL36	1,04	1,06
	Поз. CXL28	1,05	1,06
	Станд. BF 36 (1)	1,15	1,06
	Станд. BF 36 (2)	1,05	0,92
	Поз. BF 36	1,04	1,17
	Станд. конические	1,04	1,01
	Поз. конические	1,06	1,13
	Поз. конические P13	1,06	1,05
Уровень разрыва образца	Поз. CXL36	1,25	1,06
	Поз. CXL28	1,18	1,05
	Станд. BF 36 (1)	1,15	–
	Станд. BF 36 (2)	0,89	0,92
	Поз. BF 36	1,14	1,15
	Станд. конические	0,89	1,11
	Поз. конические	0,92	1,17
	Поз. конические P13	1,04	1,09

После выбора типа равнопрочного МСА, основанного на результатах описанных выше испытаний были проведены 108 контрольных статических (29) и динамических (79) испытаний образцов механических соединений типа CXL Ancon арматуры А500С Ø36 и Ø28 мм, отобранных из арматурных каркасов строящегося спецсооружения.

На основании более чем 130-ти контрольных испытаний получены среднестатистические диаграммы деформирования МСА класса А500 при их статическом и динамическом растяжениии (рис.

11) и коэффициенты динамического упрочнения (изменения) механических характеристик МСА (табл.).

Выводы

Проведённые исследования муфтовых механических соединений высокопрочной арматуры, изготовленных по различным технологиям, при действии статических и однократных динамических нагрузок позволяют сделать следующие основные выводы и предложения.

1. Отработана методика однократных динамических испытаний механических соединений арматуры с использованием электрогидравлической системы SCHENK POZ069 и «Рекомендаций по методу динамических испытаний арматуры института ВНИИжелезобетон», обеспечивающая прецизионное скоростное нагружение и регистрацию поведения опытного образца в процессе испытаний.

2. При однократных динамических нагрузках критерию равнопрочности соединяемой арматуры класса А500С отвечают муфтовые механические соединения (МСА) с цилиндрической резьбой и нарезкой резьбы на концах соединяемых стержней с предварительным их утолщением по технологии «Бартек», отвечающей требованиям равнопрочности для спецсооружений.

3. Технология холодного прессования концов соединяемых стержней существенно влияет на прочностные и деформативные свойства соединений. Нарушение технологии может приводить к их хрупкому разрушению, что недопустимо в реальных сооружениях и снижает их надёжность.

4. Механические характеристики МСА с применением муфт с конической резьбой по своим физико-механическим характеристикам соответствуют требованиям ГОСТ 34278[12], но не удовлетворяют критериям равнопрочности соединяемой арматуры.

5. В исследованном диапазоне скоростей однократных динамических нагрузок наблюдался устойчивый рост динамического сопротивления равнопрочных МСА с высокопрочной арматурой А500С на всех уровнях диаграммы растяжения образца при упругопластическом сопротивлении арматуры и разрушении с образованием шейки.

6. Получены полные среднестатистические относительные диаграммы растяжения равнопрочных МСА с высокопрочной арматурой А500С при статическом и однократном динамическом растяжении с параметрическими уровнями сопротивления для расчёта динамической прочности железобетонных конструкций, включая запредельную стадию сопротивления.

7. Актуальная задача импортозамещения зарубежных аналогов равнопрочных МСА в России требует оснащения отечественных производителей соответствующим оборудованием. Необходимо сосредоточить на этом усилия, ибо за муфтовыми механическими соединениями арматуры будущее в монолитном строительстве.

8. Для широкого применения МСА с высокопрочной арматурой при строительстве монолитных зданий и транспортных сооружений сейсмостойкого и специального военного строительства необходимы их предварительные сертификационные и контрольные приёмочные испытания на технологическую обеспеченность равнопрочности соединений при действии статических и динамических нагрузок, в т.ч. предусмотренных ГОСТ 34278.

Эти испытания должны вестись по заказам генеральных подрядчиков на строительство, уполномоченных государством, испытательными сертификационными центрами, располагающими для этого необходимым оборудованием и специалистами.

Такими возможностями располагает Испытательный центр «НИИЦстром» института «ВНИИжелезобетон».

Нерешённость в строительстве данного вопроса снижает надёжность железобетонных конструкций с применением муфтовых механических соединений арматуры.

Список источников / References

1. *Дьячков, В.В.* Прочность и деформативность резьбовых механических соединений арматуры / В.В. Дьячков // Бетон и железобетон. 2006. № 1. С. 11–14.

D'yachkov V.V. Strength and Deformability of Threaded Mechanical Connections of Reinforcement. In: *Concrete and Reinforced Concrete*, 2006, no. 1, pp. 11–14. (In Russ.)

2. *Мадатян, С.А.* «Сжатые железобетонные элементы с механическими соединениями рабочей арматуры / С.А. Мадатян, В.В. Дьячков // Бетон и железобетон. 2007. № 4. С.16–20.

Madatyan S.A., D'yachkov V.V. Compressed Reinforced Concrete Elements with Mechanical Connections of Working Reinforcement. In: *Concrete and Reinforced Concrete*, 2007, no. 14, pp. 16–20. (In Russ.)

3. *Рахманов, В.А.* Особенности деформирования механических муфтовых соединений арматуры при различных режимах контрольных испытаний по ГОСТ 34227-2017 / В.А. Рахманов, А.А. Сафонов // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2020 году : В 2-х томах : Т. 2. М. : АСВ, 2021. С. 217–226.

Rakhmanov V., Safonov A. Deformation Peculiarities of Reinforcement Couplers for Mechanical Splices of Bars Under Different Control Test Modes According to GOST 34227-2017. In: *Fundamental Search and Applied Research of the RAASN on Scientific Support for the Development of Architecture, Urban Planning and the Construction Industry of the Russian Federation in 2020*, Scientific works, In 2 volumes. Vol. 2. Moscow, ASV Publ., 2026, pp. 217–226. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. *Рахманов, В.А.* Экспериментальные исследования прочности и деформативности различных видов механических соединений арматуры классов А400-А600 при статических и малоцикловых нагрузках типа сейсмических / В.А. Рахманов,

[12] ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций Технические условия» (https://docs.cntd.ru/document/1200144936).

А.А. Сафонов // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли российской федерации в 2022–2023 годы : В 2-х томах : Т. 2. М. : АСВ, 2024. С. 350–362.

Rakhmanov V., Safonov A. Experimental Studies of Strength and Deformatility of Different Types of Mechanical Connections of Reinforcement A400-A600 Classes under Static and Low-Cycle Loads of Seismic Tipes. In: *Fundamental Search and Applied Research of the RAASN on Scientific Support for the Development of Architecture, Urban Planning and the Construction Industry of the Russian Federation in 2022–2023*, Scientific works, In 2 volumes. Vol. 2. Moscow, ASV Publ., 2024, pp. 217–226. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. *Карпенко, С.Н.* Определение деформативности и прочности муфтовых соединений арматуры / С.Н. Карпенко, В.И. Травуш, И.Г. Чепизубов // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2015. № 11 (4). С. 70–76.

Karpenko S.N., Travush V.I., Chepyzubov I.G. Deformability and Strength Determining of Coupling Fittings of Steel Reinforcement in the Reinforced Concrete Structures. In: *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 2015, no. 11 (4), pp. 70–76. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. *Рахманов, В.А.* Методика контрольных испытаний муфтовых соединений арматуры, имитирующих сейсмические нагрузки / В.А. Рахманов, А.А. Сафонов // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 6. С.25–31.

Rakhmanov V.A, Safonov A.A. Method Of Control Tests For Valve Couplings Simulating Seismic Loads. In: *Industrial and Civil Engineering*, 2021, no. 6, pp. 25–31. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. Техника и технология получения механических муфтовых соединений арматуры с параллельной резьбой / Д.В. Галушкин, И.Б. Одарченко, В.М. Ткачев [и др.] // Вестник ГГТУ им П.О.Сухого. 2017. № 4. С. 53–62.

Galushkin D.V., Odarchenko I.B., Tkachev V.M., Bobarykin Yu.L., Selyutin A.M. Technique and Technology for Obtaining Mechanical Coupling Joints of Reinforcement with Parallel Threads. In: *Bulletin of the Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi*, 2017, no. 4, pp. 53–62. (in Russ.)

8. *Рахманов, В.А.* Прочность и деформации стержневой арматуры при скоростном импульсивном нагружении / В.А. Рахманов / Бетон и железобетон. 1977. № 12. С. 21–24.

Rakhmanov V.A. Strength and Deformations of Reinforcement Bars under High-Speed Impulsive Loading. In: *Concrete and Reinforced Concrete*, 1977, no. 12, pp. 21–24. (In Russ.)

9. Критерии предельных состояний и условия применения высокопрочной арматуры в железобетонных конструкциях при кратковременных динамических воздействиях / В.А. Рахманов, Е.Л. Розовский [и др.] // Динамическая прочность и долговечность железобетонных конструкций : Сборник научных трудов ВНИИжелезобетона. М., 1989. С. 5–12.

Rakhmanov V.A., Rozovsky E.L. et al. Criteria for Limit States and Conditions of Application of High-Strength Reinforcement in Reinforced Concrete Structures under Short-Term Dynamic Impacts. In: *Dynamic Strength and Durability of Reinforced Concrete Structures*, Collection of Scientific Papers of the All-Russian Research Institute of Reinforced Concrete. Moscow, 1989, pp. 5–12. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 112–120.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 112–120.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 625.1:534.1:624.131.55:719
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-112-120

Динамические воздействия от железнодорожного транспорта на скальные объекты культурного наследия

Смирнов Владимир Александрович (Москва). Кандидат технических наук. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук. Эл. почта: belohvost@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрена задача оценки динамических воздействий при строительстве и эксплуатации железнодорожного тоннеля вблизи скального объекта культурного наследия. Объект исследования – церковные пещеры Свято-Климентовского мужского монастыря в толще Загайтанской скалы. Обоснована необходимость специальной оценки вибрации для памятников, высеченных в скальном массиве, где малое затухание, трещиноватость и прямой контакт конструкции с породой могут усиливать действие повторных колебаний. Выполнен обзор нормативных подходов и сопоставимых случаев воздействия рельсового транспорта и строительной техники на исторические сооружения. Предложен расчётно-экспериментальный подход, основанный на частотно-зависимых передаточных функциях между источником воздействия, скальным массивом и контрольными точками объекта культурного наследия. Рассмотрены воздействия от проходческого комбайна, тоннельного экскаватора и движения поездов. Показано, что на стадии проходки расчётные уровни пиковых скоростей колебаний не превышают принятого комплексного критерия. На стадии эксплуатации выявлены критические полосы 4 и 8 Гц, для которых в одном из сечений требуется снижение воздействия. Предложены ограничение скорости поездов, применение подбалластных матов и вибродинамический мониторинг.

Ключевые слова: железнодорожная вибрация, скальный массив, объект культурного наследия, Свято-Климентовский мужской монастырь, проходческий комбайн, тоннель, передаточная функция, пиковая скорость колебаний, подбалластный мат

Для цитирования. Смирнов В.А. Динамические воздействия от железнодорожного транспорта на скальные объекты культурного наследия // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 112–120. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-112-120.

Dynamic Effects from Railway Transport and Tunnel Excavation on Rock-Hewn Cultural Heritage Sites

Smirnov Vladimir A. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology. National Research Moscow State University of Civil Engineering; Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. E-mail: belohvost@list.ru

Abstract. The article considers the assessment of dynamic effects during construction and operation of a railway tunnel near a rock-hewn cultural heritage site. The object is the cave-church complex of the St. Clement Monastery in the Zagaitan rock mass. A special vibration assessment is required because low damping, jointing and direct coupling between rock and monument may increase the effect of repeated vibrations. Regulatory approaches and comparable cases are reviewed. A calculation-and-experimental approach based on frequency-dependent transfer functions between the source, rock mass and heritage control points is proposed. The effects of a roadheader, tunnel excavator and train traffic are analysed. Predicted peak particle velocities

© Смирнов В.А., 2026.

during tunnel excavation do not exceed the adopted integral criterion. For operation, the critical octave bands of 4 and 8 Hz are identified; additional mitigation is required in one design section. The proposed measures include train speed reduction, under-ballast mats and vibration monitoring.

Keywords: railway vibration, rock mass, cultural heritage site, Inkerman Monastery, roadheader, tunnel, transfer function, peak particle velocity, under-ballast mat

For citation. Smirnov V.A. Dynamic Effects from Railway Transport and Tunnel Excavation on Rock-Hewn Cultural Heritage Sites. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 112–120, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-112-120.

Введение

Влияние вибраций, вызываемых движением железнодорожного транспорта, на объекты культурного наследия представляет собой признанную проблему в области охраны памятников. Железнодорожная вибрация имеет многократно повторяющийся характер: она редко вызывает мгновенное разрушение, но может ускорять раскрытие трещин, отслоение штукатурных и красочных слоев, нарушение контакта между кладкой, основанием и декоративными элементами.

С расширением железнодорожной инфраструктуры в горных районах, богатых археологическими и архитектурными памятниками – зачастую встроенными в скальные массивы – возрастает риск структурных повреждений. Скальный массив обычно обладает меньшим затуханием, чем рыхлые грунты, а полости, трещины и границы слоев могут вызывать отражение и локальное усиление волн. Хотя амплитуда колебаний, создаваемых движением железнодорожных составов, редко достигает уровней, вызывающих мгновенное разрушение, многократное воздействие даже малых колебаний может приводить к прогрессирующему разрушению кладки, декоративной отделки (фресок, мозаик) и древних конструкций [1].

Особую уязвимость проявляют памятники, лишённые избыточной прочности и содержащие трещиноватые или деградировавшие материалы. В условиях скальных массивов вибрации распространяются особенно эффективно, слабо затухают, что усиливает потенциальный ущерб для объектов культурного наследия [2].



Свято-Климентовский мужской монастырь г. Севастополя[1]

Цель данной статьи – продемонстрировать расчётно-экспериментальный подход к оценке динамических воздействий от строительства и эксплуатации железнодорожного тоннеля в скальном массиве вблизи ОКН. Рассматриваются Свято-Климентовский мужской монастырь г. Севастополя и церковные пещеры Загайтанской скалы (рис. 1). Задачи исследования: анализ нормативной базы; описание объекта и источников вибрации; прогноз виброскорости в контрольных точках; выбор и расчёт компенсирующих мероприятий.

Анализ нормативных требований и сопоставимых ситуаций

Растущий объём литературы предлагает эмпирические подтверждения и примеры вибрационных воздействий, вызванных динамическим воздействием железной дороги, которые вызывают или ускоряют повреждение объектов культурного наследия. Современные исследования показывают, что объектно-ориентированная оценка транспортной вибрации необходима для исторических сооружений, к примеру:

– мечеть Малая Айя-София в Константинополе (VI век, совр. Стамбул): при скорости поездов 70–90 км/ч и расстоянии 5 м от рельсов зафиксированы внутренние вибрации до 2,65 мм/с [3];

– церковь святого Николая, Краков: трамвайные и железнодорожные вибрации (~0,5 мм/с) способствовали развитию трещин в стенах [4];

– музей «Вилла Джулия» (Рим): ускорения 20-30 mg (~1-2 мм/с) потребовали установки изоляции для защиты этрусского саркофага [5–7];

– башня Сянь (Сиань, Китай): вибрации от метро снижены с 0,5 до 0,1 мм/с за счёт плавающей плиты, что обеспечило сохранность глинобитного основания [8; 9];

– наскальные гробницы Накше-Ростам (Иран): проект прокладки ж/д линии на расстоянии 350 м остановлен из-за потенциального риска микротрещинообразования и резонанса [10; 11].

В отечественной нормативной системе оценка влияния вибрации на конструкции зданий связана с ГОСТ Р 52892-2007[2]. Для железнодорожного транспорта используют СП

[1] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

[2] ГОСТ Р 52892-2007 «Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка её воздействия на конструкцию» (https://docs.cntd.ru/document/1200064161).

441.1325800.2019[3], регламентирующий защиту зданий от вибрации и структурного шума. Скальные ОКН не образуют в этих документах самостоятельного класса объектов, поэтому нормативный аппарат требует инженерной адаптации.

Как показывают исследования [8–11] в зарубежных нормах DIN 4150-3 [8], BS 7385-2 [9] и ISO 4866 [10] используют пиковую скорость колебаний как показатель риска повреждения конструкций. Для исторических и ослабленных сооружений допустимые уровни принимаются более консервативно. В настоящей работе эти документы используются как основа выбора контролируемых величин и логики сопоставления результатов. В таблице 1 приведены общепринятые пределы.

Пределы по таблице 1 не являются жёсткими пороговыми показателями, а отражают диапазоны риска. Например, значения виброскоростей выше 1 мм/с в диапазоне частот 10–30 Гц, что соответствует многим собственным частотам стен/полов, всё чаще ассоциируются с эстетическим ущербом (например, трещинами в штукатурке, отслоением фресок) [12]. В контексте сохранения объектов культурного наследия, особенно когда присутствуют чувствительные элементы, такие как мозаики, фрески или надписи, многие исследователи принимают ещё более консервативные пороги виброскоростей ~0,3-0,5 мм/с, особенно для непрерывного воздействия [13].

Одним из уникальных аспектов памятников, встроенных в горные скальные массивы или прилегающих к ним, является эффективное распространение колебаний через скалу. В отличие от мягких почв, которые естественным образом ослабляют высокочастотные колебания, твёрдая скала передаёт как низкочастотные, так и высокочастотные компоненты на большие расстояния с минимальными потерями энергии [14]. Это делает памятники на скале или внутри неё особенно восприимчивыми к воздействиям такого вида.

Ключевые особенности поведения волн в скальных массивах включают:

– низкое затухание материала: твёрдая скала (например, гранит, базальт) имеет низкий коэффициент затухания (~0,5-1%), что означает, что вибрации теряют мало энергии при распространении. В результате конструкции, высеченные в скале или расположенные на ней, могут испытывать почти такую же амплитуду колебаний, как и измеренная вблизи пути, даже на значительных расстояниях [15];

– отражение и усиление волн: неровности в скальном массиве (например, полости, стыки, карсты, плоскости напластования) могут вызывать отражение и локальное усиление волн. Например, тонкие каменные стены или шпили могут вибрировать более интенсивно из-за интерференции волн и резонанса, особенно на частотах от 5 до 20 Гц, типичных для грузовых поездов [16];

– прямую связь конструкции и грунта: памятники, высеченные непосредственно в скале, например, скальные монастыри или гробницы, фактически являются частью геологической среды. Это означает, что на фундаменте не происходит затухания, а конструкция поглощает всю энергию колебаний [17];

– риск роста трещин: недавнее исследование показало, что циклические колебания в диапазоне от 5 до 50 Гц способствуют ускоренному росту трещин в естественных скальных арках, что позволяет предположить, что повторяющиеся колебания рельсов могут постепенно повреждать трещиноватые скальные памятники в течение десятилетий [18].

Эти результаты подтверждают необходимость тщательного моделирования характеристик передачи вибрации в горных породах при прокладке железной дороги вблизи исторических скальных массивов, поскольку стандартные модели затухания могут недостаточно точно воспроизвести указанные условия затухания.

Изученная литература и тематические исследования показывают, что колебания грунта, вызванные движением поездов по железной дороге, представляют собой достоверный и измеримый риск для памятников в горных скальных массивах, особенно тех, которые включают:

– древнюю каменную кладку и потрескавшуюся каменную кладку;

– настенные украшения (фрески, штукатурка, мозаику);

– высеченные в скалах пространства с трещиноватой или резонансной геометрией.

Механизмы повреждения редко бывают мгновенными, а вместо этого включают долгосрочные кумулятивные эффекты, в том числе усталость материала, отслоение штукатурки и распространение трещин. Мероприятия по снижению динамического воздействия, такие как виброизоляция путей, регулирование скорости и мониторинг вибрации показали свою эффективность в снижении пиковых значений виброскорости колебаний ниже порогов повреждения [6; 13]. Для обеспечения точной оценки риска необходимы исследования, связанные с конкретными участками, включающие измерения вибрации, модальный анализ и моделирование методом конечных элементов. В горных реги-

Таблица 1. Существующие стандарты и установленные уровни вибрации

Стандарт	Целевое назначение	Пиковое значение виброскорости	Среднее значение виброскорости
DIN 4150-3	Древняя/историческая каменная кладка	3-5 мм/с (частото-зависимое)	~1,5-2,5 мм/с
BS 7385	Здания в плохом состоянии	2-5 мм/с	~2 мм/с
ISO 4866	Объекты культурного наследия (руководящие принципы)	Переменная, зависящая от риска резонанса	Рекомендуются консервативные пороговые значения
NS 8141 [11]	Деревянные/богатые артефактами здания	<1 мм/с	<0,5 мм/с

[3] СП 441.1325800.2019 «Защита зданий от вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом. Правила проектирования» (https://docs.cntd.ru/document/554818817).

онах эти исследования должны учитывать уникальную механику распространения скальных массивов.

Рассмотрим эту проблему на примере Крымской железной дороги Севастополь – Симферополь, проходящей рядом со Свято-Климентовским мужским монастырём.

Первая железная дорога в Крыму протяжённостью в один километр была построена в 1843 году отставным мичманом Дмитрием Волковым у подошвы Инкерманского горного массива. По ней из каменоломни, расположенной в Каменном овраге (современное название Советская балка), на конной тяге вывозили до пристани горные камни [19].

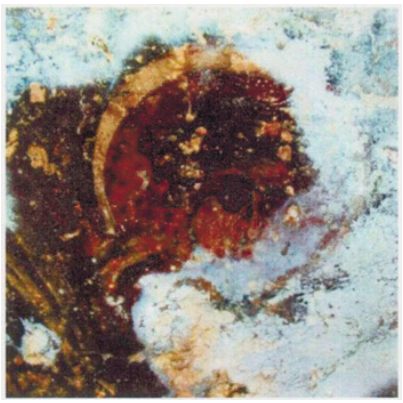


Рис. 1. Фигура ангела. Фрагмент фасадной композиции «Рождество Христово» в пещере Загайтанской скалы

В начале XIX века в горных районах Крыма происходит строительство железной дороги Лозовое – Севастополь. При прокладке пути на участках Мекензиевых гор было построено шесть тоннелей: Сухарный – длиной 331 м, Графский – 125 м, Белый – 437 м, Цыганский – 507 м, Троицкий – 294 м и Городской – 228 м. Эти работы продолжались с 1871 по 1875 год, и стоимость одной версты составила 54 тыс. руб. Непосредственным руководителем был купец первой гильдии русский миллионер Петр Губонин. 15 сентября 1875 года первый товарный поезд пришёл в Севастополь, и через несколько дней открылось пассажирское движение, в частности, из Москвы в Севастополь.

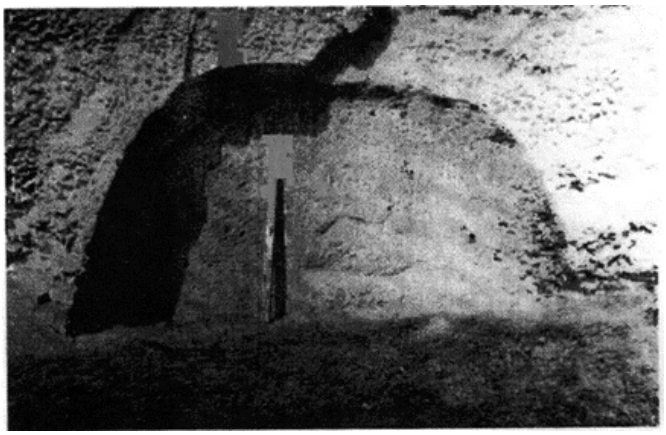


Рис. 2. Церковь № 3. Общий вид. Инкерман, Загайтанская скала

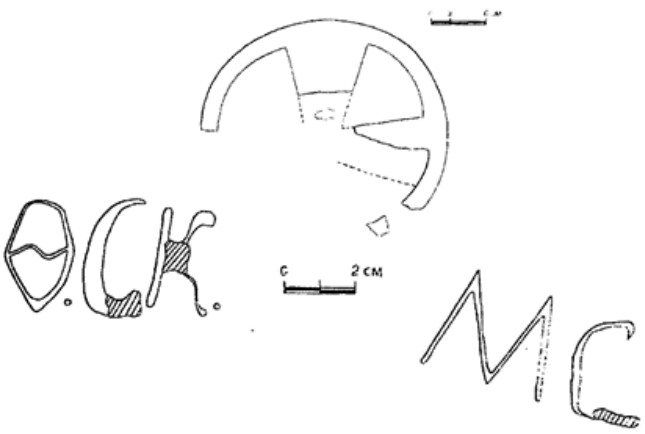


Рис. 3. Фрагменты креста и греческой надписи. Церковь № 5. Инкерман, Загайтанская скала

В настоящее время Крымская железная дорога на протяжении полутора столетий проходит рядом с Свято-Климентовским мужским монастырём. При движении по ней железнодорожного транспорта возникают вибрационные волны, которые негативно влияют на сохранность церковного пещерного комплекса монастыря, расположенного на юго-западе Загайтанской скалы. В связи с этим в обход существующей железнодорожной трассы со стороны северо-восточной Загайтанской скалы разработан проект прокладки тоннеля протяжённостью около 1 км. Это позволит исключить разрушения от вибрации существующих церковных строений пещерного комплекса, которые являются объектом культурного наследия. Одним из вариантов решения этой проблемы может быть устройство в нижнем основании Загайтанского склона железнодорожного тоннеля.

Надо отметить, что первые культовые скальные сооружения в этом регионе, по-видимому, возвели не ранее X–XI веков. Можно предположить, что в XIII–XIV веках в толще Загайтанской скалы располагалось несколько церковных пещерных комплексов. Наивысший расцвет монастыря в Инкерманской долине, как считает ряд авторов, можно отнести к XV веку. После османского завоевания в 1475 году пещерные монастыри и храмы приходят в упадок и используются как хозяйственные помещения вплоть до XVIII века.

Как следует из научных исследований средневековых скальных христианских памятников Инкерманской долины, археологические раскопки начали проводить в XIX веке. Установлено, что во время Крымской войны 1853–1855 годов какая-то часть пещерных храмов была разрушена. Также они пострадали от землетрясений. В Великую Отечественную войну при защите Севастополя какая-то часть их также была разрушена.

Тем не менее в результате археологических раскопок раскрыты пещеры нижнего яруса, в которых обнаружили находки IX–X веков. Так, в одном из ныне труднодоступных пещерных храмов сохранились фрагменты фресковой росписи, площадь которых достигает 15 м^2, датирующиеся первой половиной XIV века. Одна из достопримечательностей храмовой живописи – голова ангела из фресковой композиции «Рождество Христово» (рис. 1), относящейся ко второй половине XIII века. Этот храм был обнаружен только в 2005 году исследователями Т.А. Бабровским и Е.Е. Чуевой.

Кроме того, в Инкерманской Загайтанской скале обнаружен ряд пещерных церквей, получивших цифровую нумерацию. На рисунке 2 показан общий вид церкви № 3, на

рисунке 3 видны фрагменты креста и греческие надписи в церкви № 5, а на стене церкви №7 отчётливо видны четыре сохранившиеся креста (рис. 4).

Методика оценки динамических воздействий

Методическая схема основана на разделении источника воздействия и среды распространения. На строительной стадии источником является рабочий орган проходческого комбайна или тоннельного экскаватора; на эксплуатационной – движение поездов. Для каждого сечения определялись передаточные функции между источником и контрольными точками ОКН.

Расчёт выполнялся в прямой динамической постановке. Для проходческой техники приняты частоты 4, 8 и 16 Гц; для эксплуатации – октавные полосы 4, 8, 16, 31,5 и 63 Гц. Итоговая пиковая скорость в контрольной точке определялась как произведение опорного уровня источника на расчётный коэффициент передачи.

Идеология расчёта соответствует подходу СП 441.1325800.2019, где скорость колебаний конструкций может определяться с учётом исходного спектра вибрации и набора частотно-зависимых функций передачи. В обобщённом виде расчётная зависимость записывается следующим образом:

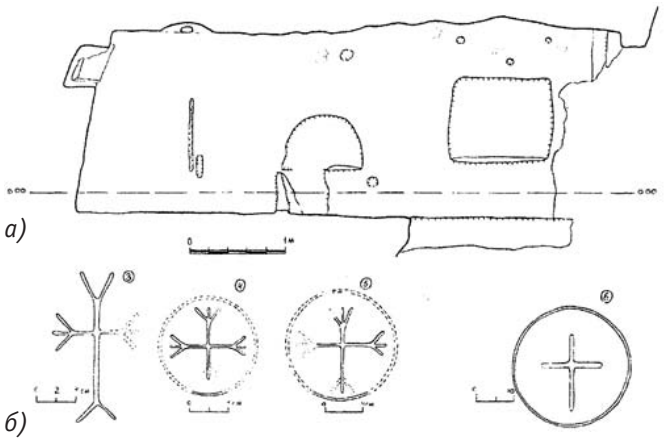
$$v = v_{u(p)} \cdot k_{trains} \cdot k_{speed} \cdot k_{rail} \cdot k_{edge} \cdot k_{fund} \cdot k_{rez} \cdot k_{h}, \quad (1)$$

где $v_{u(p)}$ – исходный измеренный (расчётный) октавный спектр скорости колебаний; k_{trains}, k_{speed}, k_{rail} – коэффициенты движения по параллельным путям, скорости и состояния пути; k_{edge} – функция эффективности виброзащиты; k_{fund}, k_{rez}, k_{h} – функции передачи вибрации на фундамент, резонансного увеличения и изменения её по высоте. Для скального ОКН главным является блок «источник – скальный массив – пещерная конструкция».

Рассмотрим влияние динамических воздействий при проходке калотты тоннеля проходческим комбайном избирательного действия с учётом строительного подъёма не менее 100 мм, заходками не более 1,0 м. Схема проходческого комбайна и направления создаваемых ими усилий в скальном массиве приведены на рисунке 5.

Динамические нагрузки, создаваемые при работе комбайна, представлены в виде спектра виброускорений на рисунке 6, полученных в работе [17; 20] и представляют собой широкополосный стационарный процесс с наличием тональных составляющих (на частотах 4, 8, 14–18 Гц и т.д.). Принято считать, что наибольшая часть колебательной энергии, вызванной работой рабочего органа тоннелепроходческого комбайна, сосредоточена в области частот от 4 до 80 Гц. Наибольшие уровни динамической нагрузки приходятся на область 4–10 Гц в вертикальном направлении.

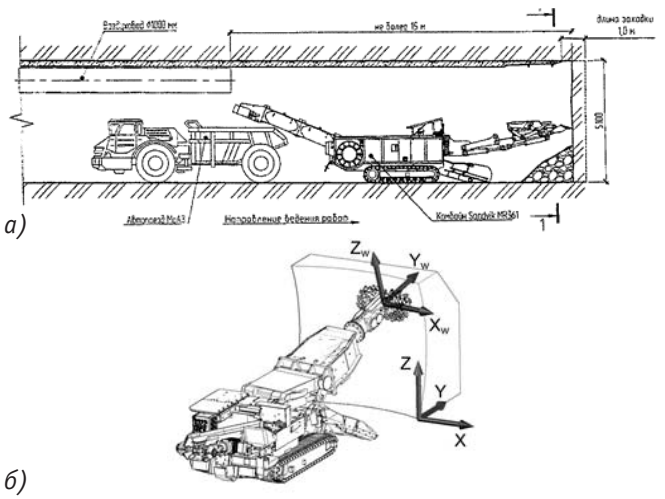
На рисунке 7 представлены пиковые значения скорости колебаний комбайна для различных грунтовых условий (по данным производителя). На основании этих данных можно утверждать, что исходные пиковые значения амплитуд колебаний составляют не более 4 мм/с на расстоянии 4 м от точки измерений.



а)

б)

Рис. 4. Инкерман. Загайтанская скала: а) церковь № 7. Разрез; б) кресты на стенах церквей 3, 4, 5 и 6



а)

б)

Рис. 5. Схема работы проходческого комбайна : а) технологическая схема разработка грунта калотты; б) схема комбайна (источник: техническая документация на комбайн)

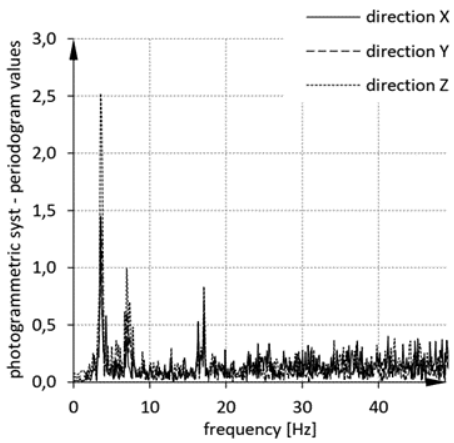


Рис. 6. Спектр виброускорений свода тоннеля при его разработке тоннелепроходческим комбайном (источник: [17; 20])

Прогноз вибрации при проходке тоннеля

Для стадии проходки тоннеля были рассмотрены два расчётных сечения в местах наиболее близкого взаимного расположения трассы и ОКН. В каждом сечении анализировалась передача колебаний от зоны разработки к двум характерным контрольным позициям: на поверхности и в толще массива. Для целей статьи результаты детализированного расчёта сведены в таблицу 2, отражающую инженерно-значимые интервалы пиковых скоростей колебаний оснований ОКН.

На основании экспериментально вычисленных коэффициентов передачи пиковые значения скорости колебаний оснований ОКН в сечении № 2 при разработке тоннеля могут составлять от 0,45 до 3,08 мм/с при работе тоннелепроходческого комбайна и от 0,78 до 5,4 мм/с при работе тоннельного экскаватора. Указанные значения не превышают предельных значений по комплексному критерию оценки, равному 20 мм/с. Однако вывод требует натурной верификации: фактическая трещиноватость массива, локальная геометрия пещер и режим работы оборудования могут отличаться от расчётных. Поэтому проходку следует сопровождать синхронным вибромониторингом источника и контрольных точек ОКН.

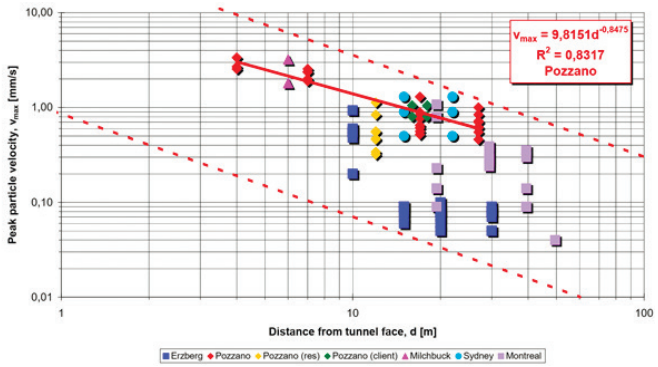
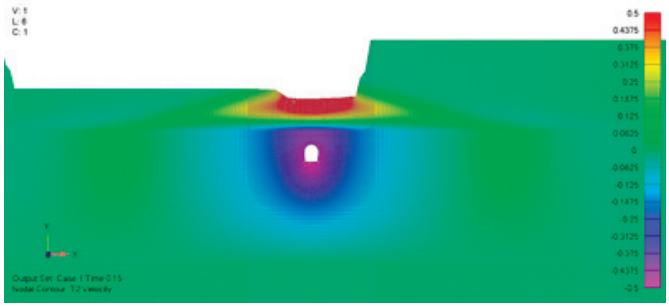


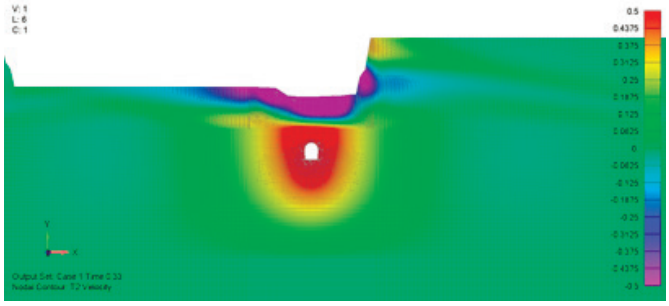
Рис. 7. Пиковые значения скорости колебаний тоннельного свода в зависимости от типа грунта (источник: [17; 20])

Таблица 2. Прогноз пиковых скоростей колебаний оснований ОКН на стадии проходки тоннеля

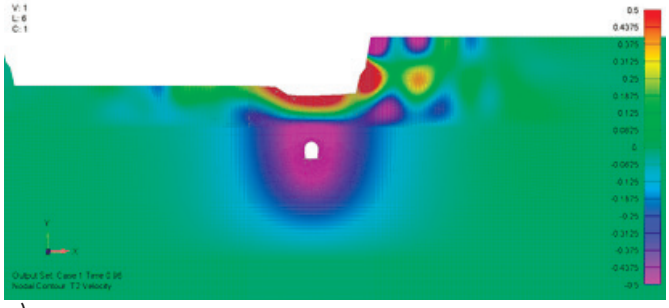
Расчётное сечение	Источник воздействия	Частоты расчета, Гц	Прогнозируемая пиковая виброскорость, мм/с	Инженерная оценка
№ 1	Проходческий комбайн	4; 8; 16	0,14-1,76	Ниже критерия 20 мм/с
№ 1	Тоннельный экскаватор		0,25-3,08	Ниже критерия 20 мм/с
№ 2	Проходческий комбайн		0,45-3,08	Ниже критерия 20 мм/с
№ 2	Тоннельный экскаватор		0,78-5,40	Ниже критерия 20 мм/с



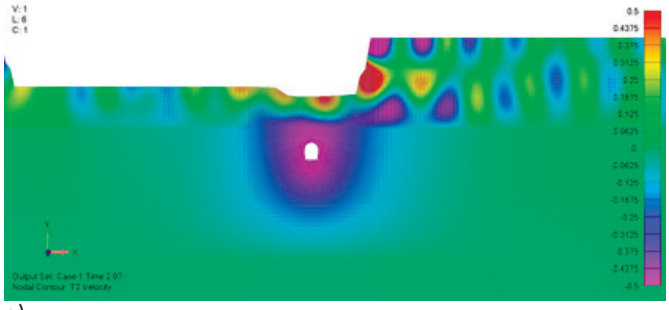
а)



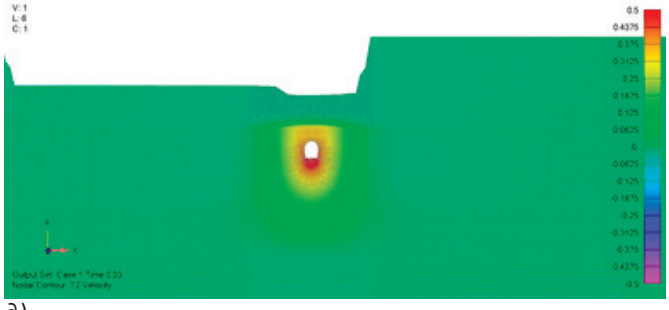
б)



в)



г)



д)

Рис. 8. Результаты решения прямой динамической задачи для октавных полос: а) 4 Гц; б) 8 Гц; в) 16 Гц; г) 31,5 Гц; д) 64 Гц

Прогноз вибрации при эксплуатации тоннеля

На эксплуатационной стадии расчётная модель использовалась для определения передаточных функций между тоннелем и контрольными точками у оснований церковных пещерных помещений. Расчёт выполнен для октавных полос со среднегеометрическими частотами 4-63 Гц. В отличие от строительной стадии, эксплуатационное воздействие имеет регулярный повторяющийся характер, поэтому даже умеренные значения виброскорости в диапазонах, близких к собственным частотам отдельных элементов скального комплекса, требуют повышенного внимания.

Этапы прямого динамического расчёта для сечения № 1 представлены на рисунке 8 для некоторых моментов времени.

Для сечения № 1 эксплуатационная стадия при принятых данных не приводит к превышению требований. Для сечения № 2 критическими являются полосы 4 и 8 Гц. В этом диапазоне формируется значительная часть вибрационной энергии движения поездов и возможны резонансные эффекты отдельных элементов скального комплекса. Получены пиковые спектральные значения скоростей колебаний фундаментов в церковных пещерных помещениях при эксплуатации тоннеля и движении пассажирских и грузовых поездов в сечении № 1. Они не превышают нормативные требования. В октавной полосе со среднегеометрической частотой составляют 4 Гц на 2,2 мм/с и на 8 Гц – 0,82 мм/с. Пиковые значения в сечении № 2 при движении пассажирских и грузовых поездов превышают соответственно нормативные требования среднегеометрической частоты 4 Гц на 0,83 мм/с и 8 Гц на 4,3 мм/с.

Инженерные мероприятия

Ключевой результат исследования состоит в том, что риск для ОКН определяется не только амплитудой у источника, но и частотно-зависимой передачей через скальный массив. На стадии проходки прогнозные уровни пиковой виброскорости ниже критерия 20 мм/с, но должны проверяться мониторингом. На стадии эксплуатации для сечения № 2 требуются проектные мероприятия.

Первым мероприятием является ограничение скорости движения поездов на рассматриваемом тоннельном участке до 20 км/ч. Для тоннеля протяжённостью около 1 км это приводит к увеличению времени прохождения до примерно 3 мин, что инженерно-приемлемо при условии обеспечения сохранности ОКН. Снижение скорости уменьшает динамические силы взаимодействия колёс и рельсов, особенно при наличии неровностей, стыков, дефектов колёс и переходных зон.

Вторым мероприятием является устройство виброзащитных элементов в конструкции верхнего строения пути. Для данной задачи наиболее рациональными являются подбалластные маты или иные упругие слои, обеспечивающие снижение передачи вибрационной энергии от балластной призмы к основанию тоннеля. При их выборе необходимо учитывать статическую нагрузку, динамическую жёсткость в рабочем диапазоне частот, долговечность, водостойкость, пожарно-технические ограничения тоннеля и возможность контроля состояния в эксплуатации.

Третьим элементом является вибродинамический мониторинг. На строительной стадии следует синхронно фиксировать режим техники, вибрацию обделки, поверхности скального массива и контрольных точек ОКН. На эксплуатации нужны контрольные измерения при проходе поездов до и после устройства виброзащиты.

Выводы

По результатам выполненного комплекса исследований получены следующие выводы.

• Железнодорожная вибрация и вибрация строительной техники представляют реальную инженерную опасность для скальных объектов культурного наследия, поскольку при малом затухании массива и наличии трещиноватости возможно накопление повреждений, локальное усиление колебаний и воздействие на фрески, надписи и иные чувствительные элементы.

• Для объектов, высеченных в скале, недостаточно использовать только общие нормативные предельные значения. Требуется объектно-ориентированный расчёт, учитывающий частотно-зависимые передаточные функции в системе «источник – скальный массив – пещерная конструкция».

• Для строительной стадии проходки тоннеля расчётные пиковые скорости колебаний оснований ОКН составляют 0,14-1,76 мм/с и 0,45-3,08 мм/с при работе проходческого комбайна, а также 0,25-3,08 мм/с и 0,78-5,40 мм/с при работе тоннельного экскаватора для сечений № 1 и № 2 соответственно. Эти значения не превышают принятый комплексный критерий 20 мм/с, но требуют мониторинговой верификации.

• Для эксплуатационной стадии движение поездов не приводит к превышению требований в сечении № 1. В сечении № 2 выявлены критические октавные полосы 4 и 8 Гц: превышение составляет соответственно 0,83 и 4,3 мм/с, что указывает на необходимость специальных мероприятий по снижению динамического воздействия.

Таблица 3. Обобщённая оценка эксплуатационного воздействия при движении пассажирских и грузовых поездов

Расчетное сечение	Наиболее значимые полосы	Результат прогноза	Требуемое решение
№ 1	4 и 8 Гц	Пиковые спектральные значения: 2,2 мм/с на 4 Гц и 0,82 мм/с на 8 Гц; нормативные требования не превышены	Специальные меры не являются определяющими, контроль сохраняется
№ 2	4 и 8 Гц	Выявлено превышение требований: на 0,83 мм/с в полосе 4 Гц и на 4,3 мм/с в полосе 8 Гц	Необходимы снижение динамического воздействия и виброзащитные мероприятия

• В качестве практических мероприятий предложены:

– ограничение на тоннельном участке скорости движения поездов до 20 км/ч;

– применение подбалластных матов или иных упругих элементов верхнего строения пути, а также организация строительного и эксплуатационного вибродинамического мониторинга ОКН.

• Предложенный подход может быть использован для предварительного обоснования проектных решений при строительстве и эксплуатации железнодорожных объектов вблизи скальных памятников, однако окончательные параметры виброзащиты должны уточняться по результатам натурных измерений динамических характеристик массива и фактической вибрации при контрольных режимах.

Список источников / References

1. *Köksal, H.O.* Vibration-Induced Damage in Historical Structures / H. Güllü, A. Kahriman, A. Kahriman // Journal of Cultural Heritage. 2011. № 12 (1). P. 36–42. https://doi.org/10.1016/j.culher.2010.03.004

Köksal H.O., Güllü H., Kahriman A. Vibration-Induced Damage in Historical Structures. In: *Journal of Cultural Heritage*, 2011, no. 12 (1), pp. 36–42. https://doi.org/10.1016/j.culher.2010.03.004. (In Engl.)

2. *Auersch, L.* Ground Vibration due to Railway Traffic: The Calculation of the Effects of Moving Static Loads and Their Experimental Verification / L. Auersch // Journal of Sound and Vibration. 2010. Vol. 293, Iss. 3-5. P. 599–610. https://doi.org/10.1016/J.JSV.2005.08.059.

Auersch L. Ground Vibration due to Railway Traffic – The Calculation of the Effects of Moving Static Loads and Their Experimental Verification. In: *Journal of Sound and Vibration*, 2010, Vol. 293, Iss. 3-5. P. 599–610. https://doi.org/10.1016/J.JSV.2005.08.059. (In Engl.)

3. *Erkal, A.* Response of Little Hagia Sophia (Church of SS Sergius and Bacchus) to adjacent Train-induced Vibrations / A. Erkal // Journal on Computing and Cultural Heritage. 2022. Vol. 15, Issue 3. 1–18. https://doi.org/10.1145/3495224

Erkal A. Response of Little Hagia Sophia (Church of SS Sergius and Bacchus) to Adjacent Train-Induced Vibrations. In: *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 2022, Vol. 15, Issue 3. Pp.1–18. https://doi.org/10.1145/3495224. (In Engl.)

4. *Kozioł, K.* Historical Church Diagnostic with Regards to Impact of Traffic Included Vibrations / K. Kozioł // MATEC Web Conf. 2019. № 285. P. 00006. https://doi.org/10.1051/matecconf/201928500006

Kozioł K. Historical Church Diagnostic with Regards to Impact of Traffic Included Vibrations. In: *MATEC Web Conf.*, 2019, 285, p. 00006. https://doi.org/10.1051/matecconf/201928500006. (In Engl.)

5. Time and Frequency Domain Analyses in the Experimental Dynamic Behaviour of the Marcus Aurelius' Column / G. Bongiovanni, G. Buffarini, P. Clemente, F. Saitta // International Journal of Architectural Heritage. 2021. № 15 (1). P. 64–78. https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1706785

Bongiovanni G., Buffarini G., Clemente P., Saitta F. Time and Frequency Domain Analyses in the Experimental Dynamic Behaviour of the Marcus Aurelius' Column. In: *International Journal of Architectural Heritage*, 2021, no. 15 (1), pp. 64–78. https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1706785. (In Engl.)

6. A Semi-Analytical Formulation for Estimating the Fundamental Vibration Frequency of Historical Masonry Towers / M.A. Najafgholipour, M.R. Maheri, H. Darvishi, S. M. Dehghan // Bulletin of Earthquake Engineering. 2019. Vol. 17, no. 5. P. 2627–2645.

Najafgholipour M.A., Maheri M.R., Darvishi H., Dehghan S.M. A Semi-Analytical Formulation for Estimating the Fundamental Vibration Frequency of Historical Masonry Towers. In: *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2019, Vol. 17, no. 5, pp. 2627–2645. (In Engl.)

7. Tram- and Train-Induced Vibrations in the National Etruscan Museum of Villa Giulia in Rome / G. Bongiovanni, G. Buffarini, P. Clemente, A. Colucci // Journal of Civil Structural Health Monitoring. 2024. Vol. 15. P. 191–205. https://doi.org/10.1007/s13349-024-00837-2.

Bongiovanni G., Buffarini G., Clemente P., Colucci A Tram- and Train-Induced Vibrations in the National Etruscan Museum of Villa Giulia in Rome. In: *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 2024, Vol. 15, pp. 191–205. https://doi.org/10.1007/s13349-024-00837-2. (In Engl.)

8. Dynamic Effect of Metro-Induced Vibration on the Rammed Earth Base of the Bell Tower / Lai Jinxing, Niu Fangyuan, Wang Ke // SpringerPlus. 2016. № 5. P. 935. https://doi.org/10.1186/s40064-016-2627-1.

Lai Jinxing, Niu Fangyuan, Wang Ke et al. Dynamic Effect of Metro-Induced Vibration on the Rammed Earth Base of the Bell Tower. In: *SpringerPlus*, 2016, no. 5, p. 935. https://doi.org/10.1186/s40064-016-2627-1. (In Engl.)

9. *Chen, R.C.* Study on Effects on Bell Tower due to Train-Induced Vibrations on Metro in Xi'an : Ph.D. Thesis. Beijing Jiaotong University, 2008.

Chen R.C. Study on Effects on Bell Tower due to Train-Induced Vibrations on Metro in Xi'an, Ph.D. Thesis. Beijing Jiaotong University, 2008. (In Engl.)

10. Azadeh, Ghobadi. Hydrogeological Survey for Interpretation of Damaging Process in Ancient Grave of Naqsh-e-Rostam / DOI:10.17265/2328-2193/2014.03.006 // Iran. Journal of Geological Resource and Engineering. 2014. № 3. P. 180–188.

Azadeh Ghobadi, Emami Mohammadamin, Aslani Hesam. Hydrogeological Survey for Interpretation of Damaging Process in Ancient Grave of Naqsh-e-Rostam. In: *Iran. Journal of Geological Resource and Engineering*, 2014, no. № 3, pp. 180–188. DOI:10.17265/2328-2193/2014.03.006. (In Engl.)

11. Train Vibrations Threaten Tomb of Xerxes I // Tehran Times. URL: https://clck.ru/3VMzha (дата обращения 22.08.2026).

Train Vibrations Threaten Tomb of Xerxes I. Tehran Times. URL: https://clck.ru/3VMzha (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

12. *Sadeghi, J.* Safe Distance of Cultural and Historical Buildings from Subway Lines / J. Sadeghi, M. Esmaeili // Soil

Dynamics and Earthquake Engineering. 2017. № 96. P. 89–103. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2017.02.008

Sadeghi J., Esmaeili M. Safe Distance of Cultural and Historical Buildings from Subway Lines. In: *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2017, no. 96, pp. 89–103. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2017.02.008. (In Engl.)

13. *Vogiatzis, K.* Protection of the Cultural Heritage from Underground Metro Vibration and Ground-Borne Noise in Athens Centre: The Case of the Kerameikos Archaeological Museum and Gazi Cultural Centre. International / K. Vogiatzis. DOI: 10.20855/ijav.2012.17.2301 // Journal of Acoustics and Vibrations. 2012. № 17. P. 59–72. URL: https://clck.ru/3VMzvm (дата обращения 22.08.2026).

Vogiatzis, K. Protection of the Cultural Heritage from Underground Metro Vibration and Ground-Borne Noise in Athens Centre: The Case of the Kerameikos Archaeological Museum and Gazi Cultural Centre. International. In: *Journal of Acoustics and Vibrations*. 2012. № 17. P. 59–72. DOI: 10.20855/ijav.2012.17.2301. URL: https://clck.ru/3VMzvm

14. *Hawley, C.* UNESCO Looks into Subway Vibrations at Cologne Cathedral / C. Hawley // DER SPIEGEL. 2013, January 10. URL: https://clck.ru/3VQj9W (дата обращения 22.08.2026).

Hawley, C. UNESCO Looks into Subway Vibrations at Cologne Cathedral / C. Hawley // DER SPIEGEL. 2013, January 10. URL: https://clck.ru/3VQj9W (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

15. Effects of Ambient Vibrations on Heritage Buildings: Overview and Wireless Dynamic Monitoring Application / Fumagalli Fabio, Marano Giuseppe [и др.] // Материалы конференции «Dynamic interaction of soil and structure». 2013, Roma. URL: https://clck.ru/3VN54J (дата обращения 22.08.2026).

Fumagalli Fabio, Marano Giuseppe et al. Effects of Ambient Vibrations on Heritage Buildings: Overview and Wireless Dynamic Monitoring Application. In: *Proceedings of the conference "Dynamic interaction of soil and structure"*. Roma, 2013. URL: https://clck.ru/3VN54J (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

16. Railway Ground Vibrations Induced by Wheel and Rail Singular Defects / G. Kouroussis, D.P. Connolly, G. Alexandrou, K. Vogiatzis // Vehicle System Dynamics. 2015. № 53 (10). P. 1500–1519. URL: https://clck.ru/3VN58p (дата обращения 22.08.2026).

Kouroussis G., Connolly D.P., Alexandrou G., K. Vogiatzis. Ground Vibrations Induced by Wheel and Rail Singular Defects. In: *Vehicle System Dynamics*, 2015, no. 53 (10), pp. 1500–1519. URL: https://clck.ru/3VN58p (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

17. Blast Vibration and Seismology // Proceedings of the 8th European Federation of Explosives Engineers World Conference on Explosives and Blasting, 2016. P. 1–10.

Blast Vibration and Seismology. In: *Proceedings of the 8th European Federation of Explosives Engineers World Conference on Explosives and Blasting*, 2016, pp. 1–10. (In Engl.)

18. Contribution of Anthropogenic Vibration Sources to Crack Growth in Natural Rock Arches / DOI: 10.3389/feart.2022.1035652 // Frontiers in Earth Science. 2022. № 10. P. 1035652. URL: https://clck.ru/3VN5ER (дата обращения 22.08.2026).

Finnegan R., Moore J.R., Geimer P.R. Contribution of Anthropogenic Vibration Sources to Crack Growth in Natural Rock. In: *Frontiers in Earth Science*, 2022, no. 10, pp. 1035652. DOI: 10.3389/feart.2022.1035652 URL: https://clck.ru/3VN5ER (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

19. *Дрёмова, Н.* Ну, поехали! Как связали Крым с «материком» 145 лет назад / Н. Дрёмова // РИА. Новости Крыма. 15.09.2020 г. URL: https://clck.ru/3VN5HF (дата обращения 22.08.2026).

Dremova N. "Nu, poekhali!" How Crimea was connected to the "mainland" 145 years ago. *RIA. Novosti Kryma*. URL: https://clck.ru/3VN5HF (Accessed 08/22/2026). (In Russ.)

20. *Cheluszka, P.* Vibration Identification of the Roadheader Cutting head Using High-Speed Cameras / Cheluszka P., Mann R. DOI: 10.1051/matecconf/201925203018 // MATEC Web Conf. 2019. № 252. P. 03018. URL: https://clck.ru/3VN5NY (дата обращения 22.08.2026).

Cheluszka P., Mann R. Vibration Identification of the Roadheader Cutting head Using High-Speed Cameras. In: *MATEC Web Conf.*, 2019, no. 252, pp. 03018. URL: https://clck.ru/3VN5NY (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

21. *Amick, H.* Frecuency-Dependent Soil Propagation Model / H. Amick // Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng. 1999. № 9. P. 72–80. URL: https://clck.ru/3VN5RZ (дата обращения 22.08.2026).

Amick H. Frecuency-Dependent Soil Propagation Model. In: *Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng.*, 1999, no. 9, pp. 72–80.URL: https://clck.ru/3VN5RZ (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

22. *Speakman, C.* Tunnelling Induced Ground-Borne Noise Modelling / C. Speakman, S. Lyons // Proceedings of ACOUSTICS, Adelaide, Australia November 23–25. URL: https://clck.ru/3VN5Tk (дата обращения 22.08.2026).

Speakman C., Lyons S. Tunnelling Induced Ground-Borne Noise Modelling. In: *Proceedings of ACOUSTICS*, Adelaide, Australia November 23–25. URL: https://clck.ru/3VN5Tk (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

23. *Rodríguez, R.* Vibration Analysis and Empirical Law Definition for Different Equipment in a Civil Construction / R. Rodríguez, M. Bascompta // Appl. Sci. 2020. № 10. P. 4689. https://doi.org/10.3390/app10144689.

Rodríguez R.; Bascompta M. Vibration Analysis and Empirical Law Definition for Different Equipment in a Civil Construction. In: *Appl. Sci.*, 2020, no. 10, p. 4689. https://doi.org/10.3390/app10144689. (In Engl.)

24. *Smirnov, V.* Vibration Protection of Historical Buildings Located near the Lines of Urban Rail Transport / Smirnov, V. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.945.318 // Materials Science Forum. 2019. № 945. P. 318–324. URL: https://clck.ru/3VN5Yw (дата обращения 22.08.2026).

Smirnov V. Vibration Protection of Historical Buildings Located near the Lines of Urban Rail Transport. In: *Materials Science Forum*, 2019, no. 945, pp. 318–324. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.945.318. URL: https://clck.ru/3VN5Yw (Accessed 08/22/2026). (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 121–128.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 121–128.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 721.001
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-121-128

Фотополимерные лаковые системы для композитов на основе древесины

Ильина Виктория Валентиновна (Санкт-Петербург, Белгород). Кандидат технических наук, доцент. Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Эл. почта: Ilina-victory@yandex.ru

Строкова Валерия Валерьевна (Белгород). Доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Эл. почта: vvstrokova@gmail.com

Бабкина Любовь Анатольевна (Санкт-Петербург). Кандидат технических наук, доцент. «S&H Technology» («С ЭНД ЭЙЧ ТЕХНОЛОДЖИ»), Санкт-Петербург. Эл. почта: lababkina@rambler.ru

Степина Ирина Васильевна (Москва, Белгород). Кандидат технических наук, доцент. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Эл. почта: sudeykina@mail.ru

Аннотация. Технология UV-отверждения (вариант LED-отверждения) позволяет формировать готовое твёрдое защитно-декоративное лаковое покрытие толщиной до 50-70 мкм в течение 5-30 с и использовать готовое многослойное покрытие (грунт + финишный лаковый слой) через 2 мин.

Технология покрытия древесной или древесно-композитной поверхности (фанера, ДВП, ДСП) предполагает, что сначала поверхность покрывается UV-грунтом (для среднетвёрдых пористых древесных пород рекомендуется двухслойное грунтование с меньшей толщиной второго слоя, нанесение композиции ~15 гр/м^2). Отверждение одного слоя составляет 10-15 с, процесс можно осуществлять на производственной лини. Завершает процесс нанесение финишного UV-лака (нанесение композиции 8-10 гр/м^2), отверждающегося 5-7 с. Весь процесс формирования твёрдого защитно-декоративного слоя составляет ~40 с, после которого материал можно штабелировать и упаковывать, либо раскраивать под заказанные профили. Свойства покрытий определяют рецептуры композиций UV-грунта и UV-лака.

В рецептуре UV-грунта предусмотрено использование олигомерной смеси: введение тетрафункционального полиэфиракрилата в соотношение 1:1 к эпоксиакриловому олигомеру; рецептура UV-лака предусматривает использование только эпоксиакрилового олигомера. Использованы фотоинициирующие смеси дифенил(2,4,6-триметилбензоил)фосфиноксида с 2-гидрокси-2-метилпропиофеноном и дифенил(2,4,6-триметилбензоил)фосфиноксида с гидроксициклогексилфенилкетоном – в зависимости от слоя покрытия. Смеси активного разбавителя включали гидроксиэтилметакрилат с трипропиленгликольдиакрилатом (для UV-грунта) и 1,6-гександиолдиакрилат (для UV-лака).

Технология двухслойного UV-отверждаемого покрытия «UV-грунт + UV-лак» позволяет обрабатывать поверхность фанеры (возможные варианты: ДВП/ДСП) для придания ей защитно-декоративных свойств. Материал полностью готов к штабелированию, упаковке или необходимому раскрою (при изготовлении элементов интерьерных деталей/мебели) непосредственно после нанесения и отверждения финишного лакового слоя (в течение 1-2 мин). Это существенная экономия времени и производственных затрат.

Ключевые слова: UV-отверждение, защитно-декоративное покрытие, фанера, древесные композиты, UV-грунт, UV-лак, эпоксиакрилатные олигомеры, фотоинициаторы, быстрое отверждение

Финансирование. Работа выполнена в рамках реализации государственного задания Минобрнауки России № FZWN-2026-0005 с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

© Ильина В.В., Строкова В.В., Бабкина Л.А., Степина И.В., 2026.

Для цитирования. Ильина В.В., Строкова В.В., Бабкина Л.А., Степина И.В. Фотополимерные лаковые системы для композитов на основе древесины // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 121–128. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-121-128.

Photopolymer Varnish Systems for Wood-Based Composites

Il'ina Victoria Valentinovna (St. Petersburg, Belgorod). Candidate of Sciences in Technology, Docent. Saint Petersburg State Institute of Film and Television; Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. E-mail: Ilina-victory@yandex.ru

Strokova Valeria Valeryevna (Belgorod). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Corresponding Member of RAACS. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. E-mail: vvstrokova@gmail.com

Babkina Lyubov Anatolyevna (St. Petersburg). Candidate of Sciences in Technology, Docent. S&H Technology St. Petersburg. E-mail: lababkina@rambler.ru

Stepina Irina Vasilyevna (Moscow, Belgorod). Candidate of Sciences in Technology, Docent. National Research Moscow State University of Civil Engineering; Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. E-mail: sudeykina@mail.ru

Abstract. UV-curing technology (LED-curing option) allows to form a ready solid protective and decorative varnish coating up to 50-70 microns thick within 5-30 s, and to implement a ready multi-layer coating (primer + finishing varnish layer) within ~ up to 2-3 min.

The technology of coating a wood or wood-composite surface (plywood, fiberboard, chipboard) assumes that the surface is first coated with a UV-primer (for medium-hard porous wood species, a two-layer priming is recommended, with a smaller thickness of the second layer, application of the composition ~ 15 g / m2). Curing of one layer is 10-15 s, the process can be carried out on the production line. The process is completed by applying a finishing UV varnish (application of the composition 8-10 g / m2), curing 5-7 s. The entire process of forming a solid protective and decorative layer is ~ 40 s, after which the material can be stacked and packed, or cut to order profiles. The properties of the coating are determined by the formulations of the UV-primer and UV-varnish compositions.

The UV-primer formulation provides for the use of an oligomer mixture: the introduction of tetrafunctional polyether acrylate in a 1:1 ratio to epoxy acrylic oligomer; the UV-varnish formulation provides for the use of only epoxy acrylic oligomer. Photoinitiating mixtures of diphenyl (2,4,6-trimethylbenzoyl) phosphine oxide with 2-hydroxy-2-methylpropiophenone and diphenyl (2,4,6-trimethylbenzoyl) phosphine oxide with hydroxycyclohexyl phenyl ketone were used, depending on the coating layer. Active diluent mixtures included hydroxyethyl methacrylate with tripropylene glycol diacrylate (for the UV- primer) and 1,6-hexanediol diacrylate (for the UV-varnish).

The technology of two-layer UV-curable coating «UV-primer + UV- varnish» allows you to treat the surface of plywood (possible options: fiberboard / chipboard) to give it protective and decorative properties. The material is completely ready for stacking, packaging or the necessary cutting (in the manufacture of interior parts / furniture elements) immediately after the application and curing of the finishing lacquer layer (within 1-2 minutes). This is a significant saving of time and production costs.

Keywords. UV-curing, protective and decorative coating, plywood, wood composites, UV primer, UV varnish, epoxy acrylate oligomers, photoinitiators, fast Curing

Funding. The work was realized within the framework of the implementation of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. FZWN-2026-0005 using equipment of High Technology Center at BSTU named after V.G. Shukhov.

For citation. Il'ina V.V., Strokova V.V., Babkina L.A., Stepina I.V. Photopolymer Varnish Systems for Wood-Based Composites. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 121–128, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-121-128.

Введение

Использование лакокрасочных материалов (ЛКМ) – известный способ получения покрытий на поверхностях с целью декорирования и/или защиты от различных агрессивных воздействий природного и антропогенного происхождения. Безусловно, в зависимости от назначения объекта превалирующей целью может быть либо декоративная, либо защитная роль лакокрасочных покрытий, и редко максимальная эф-

фективность достижима по сумме параметров. Однако есть редкие исключения, когда защитно-декоративное покрытие может характеризоваться совокупностью высоких эксплуатационных характеристик при положительном балансе цена/качество в сторону качества. К таким ЛКМ относятся фотополимерные лаки и эмали, отверждаемые в режиме реального времени [1–5].

Фотополимерные системы [в том числе жидкие фотополимерные лаковые материалы (ЖФМ)] известны и применяемы во многих сферах деятельности человека, и применимость их расширяется за счёт возможностей их наполнения функциональными добавками, пусть и несколько ограниченных в силу физикохимии процесса инициируемой полимеризации. В частности, возможно наполнение таких систем антикоррозионными добавками (технический углерод, оксиды металлов), УФ-абсорберами, пигментами (наноразмерный уровень твёрдых частиц), антибактериальными добавками и другим функционалом, в том числе нано- и микроразмерного уровня, вводимых в жидкой и твёрдой фазе. Возможно также получение армированных фотополимерных систем быстрого отверждения для проведения оперативного ремонта (препреги, с углетканью, стекловолокном) [6–9].

Функциональность таких материалов определяется составом их рецептур, а скорость получения готового покрытия – выбором сополимеризующихся агентов и эффективностью фотоинициирования реакции полимеризации в слое. Существуют ЖФМ для получения покрытий (по металлу, дереву, стеклу, пластику) в режиме реального времени поточного производства: защитные покрытия трубного проката, маркирующие покрытия оптического волокна, защитно-декоративные покрытия паркетной доски и др. [10–12]. В настоящее время в России существуют технологии для производства отечественной сырьевой базы (основных плёнкообразователей) для ЖФМ [3; 13].

Фотополимеризация – это реакция полимеризации, при которой источник света обеспечивает энергией реагирующие вещества для формирования активных видов и далее следует обычному процессу полимеризации. Этот метод полимеризации в последнее время привлёк интерес из-за его высокой скорости выдержки, более низкого потребления энергии, низкого количества летучих органических компонентов и относительно низкой стоимости [14]. Фотополимеры могут обладать хромофорами, обеспечивающими их внутреннюю фоточувствительность. В качестве альтернативы могут быть добавлены другие светочувствительные молекулы, которые прямо или косвенно взаимодействуют с фотополимером при воздействии света, чтобы изменить желаемое свойство [15]. Перекрёстная связь лакокрасочных слоёв, выдержанных классическими УФ-лампами, вероятно, обусловлена наличием в их спектре высокоэнергетических коротких волн, что более эффективно вызывает образование радикалов [16].

В работе [17] подробно апробирован новый метод синтеза эпоксидно-акриловых смол путём фотополимеризации свободных радикалов. Изучено влияние метакриловых мономеров [метилметакрилат, метакрилат этила, бутиметакрилат, лавриметакрилат, (2-акцетоацетоксио)метакрилата] и виниловых мономеров (N-винилпирролидон и стирол) на процесс фотополимеризации свободных радикалов основных мономеров.

Поиск экологически чистых покрытий становится всё более актуальным в последние годы. Чтобы отказаться от использования летучих органических соединений, надо обратить внимание на отверждение под действием ультрафиолетового света, особенно в связи с недавними достижениями в области светоизлучающих диодов (LED), где одним из важнейших компонентов является фотоинициатор. Поскольку УФ-LED-отверждение имеет более узкий спектр длины волны, чем обычное УФ-отверждение, выбор фотоинициатора имеет решающее значение. В исследовании [18] изучалось влияние шести типов фотоинициаторов на отверждение лаков на основе полиэфиракрилата. Были исследованы оптические, термические, механические, динамические механические и морфологические свойства этих лаков после отверждения. Все лаки отверждались полностью, причём смолы, отверждённые с помощью LED 1711 и оксида дифенил(ацил)фосфина, показали наименьшее последующее фото-пожелтение. Для всех образцов были достигнуты удовлетворительные механические и динамические механические свойства.

Авторы [19] разработали высокоэффективный лак УФ-отверждения, совместимого с различными подложками. Методом радикальной полимеризации были синтезированы пять фотополимеров: полиметилметакрилат (ПММА), поли(метилметакрилат-ран-акриловая кислота) [П(ММА-ран-АК)], поли(метилметакрилат-ран-глицидилметакрилат-ран-стирол) [П(ММА-ран-ГМА-ран-Ст)], поли(метилметакрилат-ран-бутилакрилат-ран-глицидилметакрилат) [П(ММА-ран-БА-ран-ГМА)] и поли(бутилакрилат-ран-акриловая кислота-ран-глицидилметакрилат-ран-стирол) [П(БА-ран-АК-ран-ГМА-ран-Ст)]. Исследована плёнкообразующая способность форполимеров на 13-ти подложках, таких как стекло, мелованная бумага, полиэтилен, полиэтиленгликольтерефталат и полиэтилен низкой плотности. На основе полученных результатов были отобраны два фотополимера с наилучшими плёнкообразующими свойствами и объединены с пятью различными разбавителями и двумя типами фотоинициаторов для получения нескольких составов УФ-отверждаемых лаков. Изучено влияние типов фотополимера, типов и содержания фотоинициатора, типов разбавителя и соотношения фотополимера к разбавителю на скорость фотоотверждения УФ-лака. Структуры форполимеров были охарактеризованы с помощью инфракрасной Фурье-спектрометрии. Экспериментальные результаты показывают, что ПММА и П(ММА-ран-ГМА-ран-Ст) обладают лучшей плёнкообразующей способностью на 13-ти подложках.

Новый тип жидкого связующего для УФ-отверждаемых лаков был получен с помощью безрастворительного процесса

УФ-инициируемой теломеризации бутилакрилата, акриловой кислоты и стирола с использованием тетрабромметана (ТБМ) в качестве телогена и оксида ацилфосфина (ОАФ) в качестве радикального фотоинициатора [20]. Многофункциональный мономер (пентаэритритолтриакрилат; ПЭТИА) и радикальный УФ-фотоинициатор (α-гидроксиалкилфенон) были протестированы в качестве компонентов конечных лаковых композиций. Было исследовано влияние ТБМ, ОАФ и ПЭТИА на оптические и механические свойства покрытий. Относительно наиболее высокие значения твёрдости, адгезии к стеклянной подложке и блеска были обнаружены для лака на основе теломерного сиропа, содержащего 5 масс. частей ТБМ и 0,5 масс. части ОАФ (на 100 масс. частей смеси мономеров). Кроме того, добавление ПЭТИА улучшило твёрдость, адгезию, устойчивость к царапанию, а также водо- и химическую стойкость покрытий.

Технология UV-отверждения (вариант LED-отверждения) позволяет формировать готовое твёрдое защитно-декоративное лаковое покрытие толщиной до 50-70 мкм в течение 5-30 с, и реализовывать готовое многослойное покрытие (грунт+финишный лаковый слой) в течение ~ до 2-3 мин.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью создания высокоэффективных защитно-декоративных покрытий для древесных композитов (фанера, ДВП, ДСП), способных обеспечить высокую скорость обработки при сохранении качества. Технология UV-отверждения позволяет формировать готовое многослойное покрытие в течение 1-2 минут, что кардинально сокращает производственный цикл по сравнению с традиционными методами. Двухслойная система «UV-грунт + UV-лак» с использованием специализированных олигомерных смесей (тетрафункциональный полиэфиракрилат, эпоксиакрилат) и комбинаций фотоинициаторов обеспечивает высокую скорость отверждения (5-15 с на слой) и позволяет сразу после обработки штабелировать или раскраивать материал. В условиях развития отечественной сырьевой базы исследование и оптимизация рецептур таких систем является ключевым фактором для повышения конкурентоспособности производства мебели и интерьерных деталей.

Цель исследования – разработка и оптимизация рецептур двухслойных фотополимерных систем «UV-грунт + UV-лак» для формирования защитно-декоративных покрытий на композитах на основе древесины (фанера, ДВП, ДСП), обеспечивающих высокую скорость технологического цикла (до 2 мин.) и требуемый комплекс эксплуатационных свойств.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи.

1. Анализ и выбор компонентов для рецептур:

– обосновать выбор олигомерных основ: для UV-грунта – смеси тетрафункционального полиэфиракрилата и эпоксиакрилового олигомера (в соотношении 1:1); для UV-лака – эпоксиакрилового олигомера;

– исследовать эффективность фотоинициирующих смесей: дифенил(2,4,6-триметилбензоил)фосфиноксида с 2-гидрокси-2-метилпропио-феноном и с гидроксициклогексилфенилкетоном для различных слоёв покрытия;

– подобрать составы активных разбавителей: гидроксиэтилметакрилат с трипропиленгликольдиакрилатом (для грунта) и 1,6-гександиолдиакрилат (для лака).

2. Оптимизация технологических параметров нанесения:

– определить оптимальные нормы расхода композиций: для грунтовочных слоев (~15 г/м^2 с возможностью двухслойного нанесения на пористые породы) и для финишного лакового слоя (8-10 г/м^2);

– установить режимы отверждения (источник излучения, время экспозиции) для каждого слоя: грунт (10-15 с), финишный лак (5-7 с), обеспечивающие полное отверждение и высокую адгезию.

3. Исследование свойств сформированных покрытий:

– оценить защитно-декоративные характеристики (твёрдость, адгезию, стойкость к истиранию, внешний вид) двухслойных покрытий на различных подложках (фанера, ДВП, ДСП);

– изучить влияние рецептурных факторов на скорость формирования покрытия и его способность к последующей механической обработке (раскрой, профилирование).

4. Оценка экономической эффективности:

– проанализировать сокращение времени производственного цикла (до 1-2 мин на готовое изделие) и возможность немедленного штабелирования/упаковки как факторов снижения производственных затрат.

Разработка рецептуры ЖФМ опирается преимущественно на ряд универсальных рекомендаций к составлению, которые учитывают теорию прохождения полимеризационного процесса в тонком слое, а также вклад каждого ингредиента рецептуры в формирование свойств предполагаемых покрытий. Поскольку разрабатываемые ЖФМ предусмотрены для технологии UV-отверждения (вариант LED-отверждения), то особенное значение придаётся подбору активатора процесса: фотоинициииатора или фотоинициирующей смеси. Традиционно промышленные технологии UV-отверждения используют ртутные излучатели высокого давления, эмитирующие максимум в диапазоне 260–450 нм. Светодиодные технологии (LED-технологии) используют более узкий диапазон излучения в диапазоне 390–410 нм, и процесс инициирования реакции вынужденно требует смеси синергирующих фотоинициаторов, расщепляющихся на активные центры и запускающих непосредственно процесс полимеризации олигомерно-мономерной смеси пленкообразователей. Завершает разработку рецептуры добавление технологических добавок, обеспечивающих процесс смешения и нанесения композиции на поверхность, на долю которых обычно приходится до 5-10 мас.% (пеногасители, растекатели, смачиватели).

В таблице 1 приведён состав ЖФМ для двухслойного покрытия (грунт+лак) по отделочному древесному материалу (фанерный лист) технологией UV-отверждения.

Таблица 1. Примерные рецептурные составы UV-грунта и UV-лака

№	Наименование	Количество, мас.%	
		УФ-грунт	УФ-лак
1	Олигомеры	Тетрафункциональный полиэфиракрилат/ Бисфенол Аэпоксиакрилат 200/200	Бисфенол А эпоксиакрилат 400
2	Мономеры	Гидроксиэтилметакрилат / Трипропиленгликольдиакрилат 100 /250	Гидроксиэтилметакрилат/ 1,6-гександиолдиакрилат 150/250
3	Фотоинициаторы	Дифенил (2,4,6- триметилбензоил) фосфиноксид / 2-гидрокси-2-метилпропиофенон 25/25	Дифенил (2,4,6- триметилбензоил) фосфиноксид/ 1-гидроксициклогексилфенил кетон 25/35
4	Функциональные добавки	Матирующий агент / Микромрамор КМ5 150/ 50	Диоксид кремния / Микромрамор КМ5 70/70
5	Технологические добавки	Поверхностно-активный сополимер силикона и гликоля 5	Поверхностно-активный сополимер силикона и гликоля 10

Объектом исследования стали рецептуры на основе акриловых олигомеров (эпоксиакрилат и смесь эпоксиакрилата с полиэфиракрилатом), выбор которых определялся их характеристиками (вязкость, молекулярная масса, способность к полимеризации, определяемой по количеству ненасыщенных связей в молекуле олигомера), а также характеристики готовых покрытий, получаемых из композиций на основе данных олигомеров (рис. 1).

В качестве инициирующей смеси использовали инициаторы, работающие по схеме гомолитического расщепления связей с образованием активного радикала. Использовали: 2,4,6-триметилбензоилдифенилфосфиноксид (в UV-области пики поглощения в метаноле приходятся на 262, 302 и 393 нм), 1-гидроксициклогексилфенилкетон (в UV-области пики поглощения в метаноле – 246, 280 и 333 нм). Для более наполненной композиции грунтового покрытия использовали 2-гидрокси-2-метилпропиофенон (в UV-области пики поглощения в метаноле – 244, 280 и 330 нм с максимум поглощения на длине волны 244 нм), который также хорошо обеспечивает

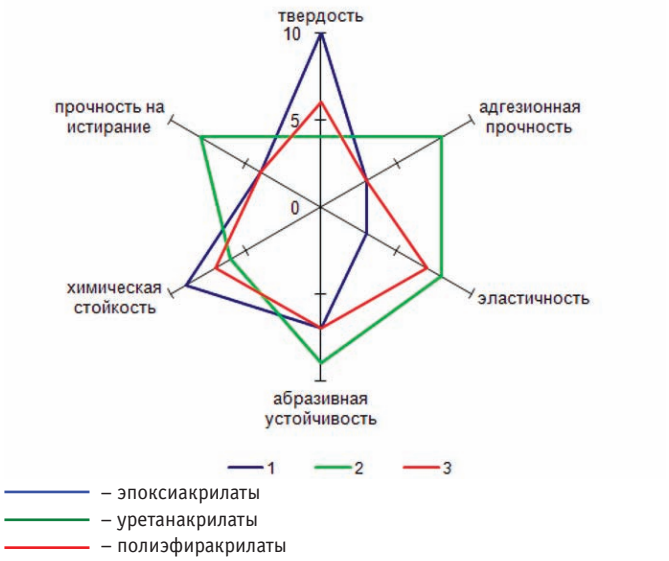


Рис. 1[1]. Параметры покрытий из ЖФМ на основе олигомеров различной химической природы

поверхностное отверждение. При подборе составов инициирующей смеси учтено, что 1-гидроксициклогексилфенилкетон менее чувствителен к ингибированию воздухом в процессе UV-отверждения, он использован в композициях для поверхностного лакового покрытия. Оба инициатора дают минимальное пожелтение при отверждении слоя, не ухудшая декоративность покрытия.

Лабораторные образцы композиции готовили в скоростном диссольвере SB 401/1, контролируемыми технологическими параметрами были температура процесса, время смешивания и динамическая вязкость композиции по Брукфильду (Brookfield RVDV-E, 23 °C). Лабораторные образцы покрытий получали аппликацией композиций металлическим ракелем с отверждением на установке ОРК-21М1 с ртутной лампой ДРТ-400; контролируемыми параметрами являлись интенсивность излучения, которую регистрировали УФ-фотометром UV Power Puck II в областях (UV-A, UV-B, UV-C, UV-V), и время отверждения. Реакционную способность композиции определяли по показателю твёрдости покрытия по ТМЛ-2124, метод А. Адгезионную прочность покрытия к подложке определяли методом отрыва по ГОСТ 32299-2013[2]. Предварительная подготовка поверхности (фанеры) перед нанесением слоев покрытия включала три этапа шлифовки: 120/150/180 (зернистость шлифовальной ленты) и обеспыливание методом обдува.

Древесина – природный материал, имеющий слоисто-волокнистую структуру и высокую пористость – от 30 до 80%, что и определяет её удельную внутреннюю поверхность и уровень максимальной сорбции, зависящий от способности древесины сорбировать воду и водяные пары из окружающей среды. Производимые из неё материалы (ДСП, ДВП) хоть и в меньшей степени, но также сохраняют эту особенность анизотропности строения. Обоснована актуальность закрытия поверхности защитным покрытием, обеспечивающим снижение паропроницаемости. Кроме того, актуально повышение защитных свойств поверхности и её твёрдости, придание ей

[1] Статья проиллюстрирована авторскими схемами.

[2] ГОСТ 32299-2013 «Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва (https://docs.cntd.ru/document/1200105890).

стойкости на истирание (актуально для паркетной доски). Двухслойное покрытие из нижнего, более эластичного, и верхнего, более твёрдого и прочного, слоёв обеспечит комплекс свойств покрытия и его большую долговечность.

Технология предполагает, что сначала поверхность покрывается UV-грунтом (для среднетвёрдых пористых древесных пород рекомендуется двухслойное грунтование, с меньшей толщиной второго слоя, нанос композиции ~15 гр/м^2). Поскольку отверждение слоя составляет 10-15 с, процесс можно осуществлять при скорости производственной линии до 20-25 м/мин. И завершает процесс нанесение финишного UV-лака (нанесение композиции 8-10 гр/м2), отверждаемого ртутными UV-лампами за 5-7 с. Весь процесс покрытия древесного материала и формирования твёрдого защитного слоя составляет ~40 с, после которого материал

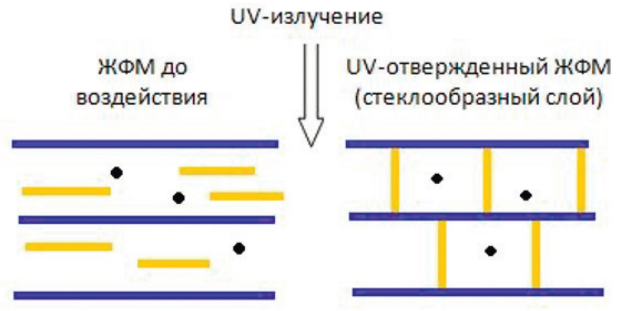


Рис. 2. Схема получения твёрдого UV-отверждённого покрытия из жидкого фотополимерного материала (ЖФМ) за счёт образования сшитой полимерной матрицы из молекул плёнкообразователей с ненасыщенными углерод-углеродными связями

Таблица 2. Технические характеристики UV-отверждённого покрытия и композиции его получения

Наименование показателя	UV-грунтовочное покрытие	UV-лаковое покрытие
Внешний вид пленки	плёнка с ровной однородной поверхностью	плёнка с ровной однородной поверхностью
Твёрдость плёнки по ТМЛ-2124 метод А, у.е., не менее	0,27	0,45
Адгезия к поверхности, балл	1	1
Время отверждения, при толщине покрытия 30 мкм, с не более (ртутная лампа высокого давления с интенсивностью излучения мВт/см^2: НА= 43-62; НВ= 40-52; НС=6-9,2; HV= 33-45)	10	5
Характеристика жидкого фотополимерного материала покрытия		
Динамическая вязкость при 23°С, Brookfield RVDV-E, (30 rpm, 3 шп.), мПа·с	780	590

можно штабелировать и упаковывать, либо раскраивать под заказанные профили.

Рецептуры композиций UV-грунта и UV-лака (см. табл. 1) определяют свойства покрытий: для нижнего грунтового покрытия важно обеспечение хорошей адгезии к поверхности и к верхнему финишному покрытию, для тонких слоёв покрываемого материала (тонкие облицовочные панели) важна также эластичность покрытия, для этого в рецептуре UV-грунта предусмотрено введение тетрафункционального полиэфиракрилата в соотношение 1:1 к эпоксиакриловому олигомеру.

В случае с древесиной не стоит забывать и о возможной хемосорбции ЖФМ с гидроксильными группами целлюлозного звена – для этого в рецептуру введён мономер трипропиленгликольдиакрилат. Прочность сцепления грунтового покрытия увеличена и за счёт введённого функционала – микроразмерной твердодисперсной добавки микрокальцита (КМ5, фракция 5 мкм), в количестве, не существенно ослабляющем световой поток инициирующего излучения в объеме слоя (рис. 2).

В таблице 2 приведены технические характеристики слоёв покрытий, полученных в виде свободных плёнок (однослойные покрытия).

Заключение

• Рассмотренная технология двухслойной обработки («UV-грунт + UV-лак») представляет собой эффективный метод нанесения защитно-декоративного покрытия на листовые материалы (фанеру, ДВП, ДСП).

• Главным достоинством процесса является высокая скорость обработки. Материал приобретает конечные свойства и готов к дальнейшим операциям (штабелированию, упаковке, раскрою) практически сразу после нанесения финишного слоя — в течение 1-2 минут после отверждения. Это обеспечивает значительную экономию времени и снижение производственных затрат.

• Декоративные возможности:

– позволяет сохранить и подчеркнуть естественную текстуру древесного материала (при использовании прозрачных составов);

– даёт возможность получать обширную гамму цветовых решений и эффектов (при применении пигментированных или матированных составов).

Список источников / References

1. *Кондрашов, Э.К.* УФ-квантовые технологии формирования защитно-декоративных и функциональных полимерных покрытий. Ч.1. Плёнкообразователи УФ-полимеризуемых покрытий / Э.К. Кондрашов, А.А. Козлова // Лакокрасочные материалы и их применение. 2022. № 7-8. С. 20–26. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49290259_36487710.pdf (дата обращения 12.06.2026).

Kondrashov E.K., Kozlova A.A. UV Quantum Technologies for the Formation of Protective-Decorative and Functional Polymer

Coatings. Part 1. Film-Formers for UV-Polymerizable Coatings. In: *Russian Coatings Journal*, 2022, no. 7–8, pp. 20–26. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49290259_36487710.pdf (Accessed 06/12/2026). (In Russ., abstr. in Engl.).

2. *Спиридонов, Ю.Л.* Характеристики художественной эмали / Ю.Л. Спиридонов, А.М.Б Жукаева // Universum: филология и искусствоведение. 2023. №. 4 (106). С. 33–40. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_51982397_76090676.pdf (дата обращения 12.06.2026).

Spiridonov Yu.L., Zhukaeva A.M.B. Characteristics of Artistic Enamel. In: *Universum: Philology and Art History*, 2023, no. 4 (106), pp. 33–40. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_51982397_76090676.pdf (Accessed 06/12/2026). (In Russ., abstr. in Engl.).

3. *Петров, Н.С.* Технологии и современный рынок УФ-отверждаемых материалов / Н.С. Петров // Лакокрасочные материалы и их применение. 2023. № 5. С. 12–19. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_53213721_43356912.pdf (дата обращения 12.06.2026).

Petrov N.S. Technologies and the Modern Market of UV-Curable Materials. In: *Russian Coatings Journal*, 2023, no. 5, pp. 12–19. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_53213721_43356912.pdf (Accessed 06/12/2026). (In Russ., abstr. in Engl.).

4. High Performance UV-Cured Coatings for Wood Protection / R. Bongiovanni [и др.] // Progress in Organic Coatings. 2002. Vol. 45, № 4. P. 359–363. URL: https://doi.org/10.1016/S0300-9440(02)00119-4 (Accessed 12/06/2026).

Bongiovanni R. [et al.]. High performance UV-cured coatings for wood protection. In: *Progress in Organic Coatings*. 2002, Vol. 45, no. 4, pp. 359–363. URL: https://doi.org/10.1016/S0300-9440(02)00119-4 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

5. *Ильина, В.В.* Фотополимерные материалы в практике реставрационно-консервационных работ на объектах историко-культурной ценности / В.В. Ильина, В.В. Строкова // Строительные материалы. 2023. № 12. С. 76–83. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60039336 (дата обращения 12.06.2026).

Ilyina V.V., Strokova V.V. Photopolymer Materials in the Practice of Restoration and Conservation Works on Objects of Historical and Cultural Value. In: *Construction Materials*, 2023, no. 12, pp. 76–83. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60039336 (Accessed 06/12/2026). (In Russ., abstr. in Engl.)

6. *Decker, C.* Weathering Resistance of Waterbased UV-Cured Polyurethane-Acrylate Coatings / C. Decker, F. Masson, R. Schwalm // Polymer Degradation and Stability. 2004. Vol. 83. № 2. P. 309–320. URL: https://doi.org/10.1016/S0141-3910(03)00276-3 (Дата обращения 12.06.2026).

Decker C., Masson F., Schwalm R. Weathering Resistance of Waterbased UV-Cured Polyurethane-Acrylate Coatings. In: *Polymer Degradation and Stability*. 2004, Vol. 83, no. 2, pp. 309–320. URL: https://doi.org/10.1016/S0141-3910(03)00276-3 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

7. *Decker, C.* New Developments in UV Radiation Curing of Protective Coatings / C. Decker // Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions. 2005. Vol. 88. № 1. P. 9–17. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/BF02699702 (Accessed 12.06.2026).

Decker C. New Developments in UV Radiation Curing of Protective Coatings. In: *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions*, 2005, Vol. 88, no. 1, pp. 9–17. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/BF02699702 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

8. *Schwalm, R.* UV-Coatings. Basics, Recent Developments and New Applications / R. Schwalm // Elsevier Science, 2006. 310 p. URL: https://clck.ru/3Ui2dP (Accessed 12.06.2026).

Schwalm R. UV-Coatings. Basics, Recent Developments and New Applications. In: *Elsevier science*, 2006, 310 p. URL: https://clck.ru/3Ui2dP (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

9. *Кондрашов, Э.К.* УФ-квантовые технологии формирования защитно-декоративных и функциональных полимерных покрытий. Ч.2. Пигменты, наполнители, добавки и композиции для УФ-отверждаемых покрытий / Э.К. Кондрашов, А.А. Козлова // Лакокрасочные материалы и их применение. 2022. № 9. С. 14-20. URL: https://clck.ru/3Ui36w (дата обращения 12.06.2026).

Kondrashov E.K., Kozlova A.A. UV Quantum Technologies for the Formation of Protective-Decorative and Functional Polymer Coatings. Part 2. Pigments, Fillers, Additives and Compositions for UV-Curable Coatings. In: *Russian Coatings Journal*, 2022, no. 9, pp. 14–20. URL: https://clck.ru/3Ui36w (Accessed 06/12/2026). (In Russ., abstr. in Engl.)

10. Photopolymer Coatings for the Optic Fiber Systems JSC / O.E. Babkin, M.Yu. Vlasov, O.S. Aikasheva [и др.] // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2022. Vol. 56, № 4. P. 560–565. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=51575395 (дата обращения 12.06.2026).

Babkin O.E., Vlasov M.Yu., Aikasheva O.S. [et al.]. Photopolymer coatings for the optic fiber systems JSC. In: *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2022, Vol. 56, no. 4, pp. 560–565. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=51575395 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

11. *Decker, C.* UV-Radiation Curing of Waterborne Acrylate Coatings / C. Decker, I. Lorinczova // JCT Research. 2004. Vol. 1, № 4. P. 247–256. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-004-0027-x (дата обращения 12.06.2026).

Decker C., Lorinczova I. UV-Radiation Curing of Waterborne Acrylate Coatings. In: *JCT Research*, 2004, Vol. 1, no. 4, pp. 247–256. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-004-0027-x (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

12. *Chattopadhyay, D.K.* Thermal and Mechanical Properties of Epoxy Acrylate/Methacrylates UV Cured Coatings / D.K. Chattopadhyay, S. S. Panda, K. Raju // Progress in Organic Coatings. 2005. Vol. 54. № 1. P. 10–19. URL: https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2004.12.007 (дата обращения 12.06.2026).

Chattopadhyay D.K., Panda S.S., Raju K. Thermal and Mechanical Properties of Epoxy Acrylate/Methacrylates

UV Cured Coatings In: *Progress in Organic Coatings*, 2005, Vol. 54, no. 1, pp. 10–19. URL: https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2004.12.007 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

13. Obtaining an Epoxy-Acrylic Olygomer for Photocurable Varnishes / N.S. Petrov, O.E. Babkin, V.V. Il'ina, E.V. Sivtsov // Polymer Science, Series D. 2024. Vol.17, № 2. P. 369–372. URL: https://link.springer.com/article/10.1134/S1995421224700618 (дата обращения 12.06.2026).

Petrov N.S., Babkin O.E., Il'ina V.V., Sivtsov E.V. Obtaining an Epoxy-Acrylic Olygomer for Photocurable Varnishes. In: *Polymer Science, Series D*, 2024, Vol. 17, no. 2, pp. 369–372. URL: https://link.springer.com/article/10.1134/S1995421224700618 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

14. *Jagtap, A.* A Review on Self-Initiated and Photoinitiator-free System for Photopolymerization / A. Jagtap, A. More // Polymer Bulletin. 2022. Vol. 79, № 10. P. 8057–8091. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s00289-021-03887-4 (дата обращения 12.06.2026).

Jagtap A., More A. A Review on Self-Initiated and Photoinitiator-free System for Photopolymerization. In: *Polymer Bulletin*, 2022,Vol. 79, no. 10, pp. 8057–8091. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s00289-021-03887-4 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

15. *Crivello, J.V.* Photopolymer Materials and Processes for Advanced Technologies / J.V. Crivello, E. Reichmanis // Chemistry of Materials. 2014. Vol. 26. № 1. P. 533–548. URL: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cm402262g (дата обращения 12.06.2026).

Crivello J.V., Reichmanis E. Photopolymer Materials and processes for Advanced Technologies. In: *Chemistry of Materials*, 2014, Vol. 26, no. 1, pp. 533–548. URL: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cm402262g (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

16. Some Physicochemical Properties of Polyacrylate Varnish Layers Cured by Classical and LED (395 nm) UV Sources / Dawidowicz A.L. [и др.] // Food Packaging and Shelf Life. 2020. Vol. 24. P. 100497. URL: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100497 (дата обращения 12.06.2026).

Dawidowicz A.L. [et al.] Some Physicochemical Properties of Polyacrylate Varnish Layers Cured by Classical and LED (395 nm) UV Sources. In: *Food Packaging and Shelf Life. 2020*, Vol. 24, P. 100497. URL: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100497 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

17. Influence of Methacrylate and Vinyl Monomers on Radical Bulk Photopolymerization Process and Properties of Epoxy-Acrylate Structural Adhesives / K. Gziut [и др.] // Polymers. 2023. Vol. 15, № 4. P. 926. URL: https://www.mdpi.com/2073-4360/15/4/926 (дата обращения 12.06.2026).

Gziut K. [et al.] Influence of Methacrylate and Vinyl Monomers on Radical Bulk Photopolymerization Process and Properties of Epoxy-Acrylate Structural Adhesives. In: *Polymers*, 2023, Vol. 15, no. 4, P. 926. URL: https://www.mdpi.com/2073-4360/15/4/926 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

18. Influence of Different Photoinitiatiors in the UV-LED Curing of Polyester Acrylated Varnishes / Dossin R. [и др.] // Journal of Coatings Technology and Research. 2023. Vol. 20, № 1. P. 393-402. URL: https://clck.ru/3Ui5zT (дата обращения 12.06.2026).

Dossin R. et al. Influence of Different Photoinitiatiors in the UV-LED Curing of Polyester Acrylated Varnishes. In: *Journal of Coatings Technology and Research*, 2023, Vol. 20, no. 1, pp. 393–402. URL: https://clck.ru/3Ui5zT (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

19. *Hou, C.* Preparation and Properties of UV Curing Varnish Suited for Various Substrates / C. Hou, Q. Gui // Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2024. Vol. 457. P. 115864. URL: https://clck.ru/3Ui6GZ (дата обращения 12.06.2026).

Hou C., Gui Q. Preparation and Properties of UV Curing Varnish Suited for Various Substrates. In: *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2024, Vol. 457, P. 115864. URL: https://clck.ru/3Ui6GZ (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

20. Novel Solvent-Free UV-Photocurable Varnish Coatings Based On Acrylic Telomers–Synthesis and Properties / A. Kraśkiewicz [и др.] // Progress in Organic Coatings. 2023. Vol. 175. P. 107365. URL: https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.107365 (дата обращения 12.06.2026).

Kraśkiewicz A. [et al.]. Novel Solvent-Free UV-Photocurable Varnish Coatings Based On Acrylic Telomers–Synthesis and Properties. In: *Progress in Organic Coatings*, 2023, Vol. 175, P. 107365. URL: https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.107365 (Accessed 06/12/2026). (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 129–133.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 129–133.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 504.03.711
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-129-133

Об одном подходе к расчету круговых цилиндрических оболочек

Абазов Анатолий Билялович (Нальчик). Кандидат технических наук. Эл. почта: a.abazov@gmail.com

Абазов Алим Анатольевич (Нальчик). Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова. Эл. почта: alabaz@ya.ru

Аннотация. Рассмотрена задача по расчёту цилиндрической оболочки в обычной линейной постановке. Приведён расчёт круговой цилиндрической оболочки постоянной толщины при осесимметричном нагружении несколькими различными нагрузками как стержневой системы. Для этого используется полоска единичной ширины, вырезанная из оболочки, которая считается балкой на упругом основании с известным коэффициентом постели. Сформулированы необходимые условия для такого выбора. Расчёт балки-полоски на упругом основании производится методом начальных параметров проф. В.А. Киселёва.

Результаты расчёта по данной методике совпадают с имеющимися в литературе. Для цилиндрической оболочки построены эпюры внутренних усилий и нормальных перемещений M_x, Q, W, T_Q в компьютерной среде Matlab 6.1 при совместном воздействием всех нагрузок. Точность расчёта оболочки достигается коэффициентом деформации балки-полоски на упругом основании.

Ключевые слова: Цилиндрическая оболочка, осесимметричное нагружение, упругое основание, балка-полоска.

Для цитирования. Абазов А.Б., Абазов А.А. Об одном подходе к расчёту круговых цилиндрических оболочек // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 129–133. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-129-133.

On One Approach to the Calculation of Circular Cylindrical Shells

Abazov Anatolii B. (Nal'chik). Candidate of Sciences in Technology. E-mail: a.abazov@gmail.com

Abazov Alim A. (Nal'chik). Kabardino-Balkarian State University Named after H.M. Berbekov. E-mail: alabaz@ya.ru

Abstract. The problem of calculating a cylindrical shell in the usual linear formulation is considered. The calculation of a circular cylindrical shell of constant thickness under osmometric loading by several different loads as a core system is given. For this purpose, a strip of unit width is used, cut from the shell, which is considered to be a beam on an elastic base with a known bed coefficient. The necessary conditions for such a choice are formulated. The calculation of the strip beam on an elastic base is carried out by the method of initial parameters of Professor V.A. Kiselyov.

The calculation results using this technique coincide with those available in the literature (Timoshenko, Boyarshinov, etc.). For a cylindrical shell, plots of internal forces and normal displacements M_x, Q, W, T_Q are constructed in the Matlab 6.1 computer environment under the influence of all loads. The accuracy of the shell calculation is achieved by the coefficient of deformation of the strip beam on an elastic base.

Keywords: cylindrical shell, axisymmetric loading, elastic base, strip beam

For citation. Abazov A.B., Abazov A.A. On One Approach to the Calculation of Circular Cylindrical Shells. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 129–133, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-129-133.

© Абазов А.Б., Абазов А.А., 2026.

Тонкостенные оболочки широко используются в технике, промышленности и строительстве. Теория оболочек построена трудами многих учёных и ей посвящены многочисленные монографии и научные статьи как в нашей стране, так и за рубежом [1–7]. Из всех типов оболочек наибольшее распространение получили цилиндрические оболочки.

Расчёт цилиндрических оболочек с несколькими осесимметричными нагрузками и участками по формулам теории оболочек представляет собой сложную задачу. Один из возможных вариантов её простого решения состоит в использовании расчётного аппарата балок на упругом основании, что соответствует [4]. Это и составляет основную идею данного подхода к расчёту оболочек.

Дифференциальное уравнение изгиба цилиндрической оболочки при осесимметричной деформации имеет вид:

$$w_{xxxx} + 4\beta^4 w = p/D, \qquad (1)$$

то же балки на упругом основании

$$v_{xxxx} + 4m^4 v = q/EI, \qquad (2)$$

где $\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{R^2h^2}}$, $m = \sqrt[4]{\frac{kb}{4EI}}$, (3)

D – цилиндрическая жёсткость оболочки; EI – изгибная жёсткость балки на упругом основании; p, q – интенсивности равномерно распределённых нормальных нагрузок оболочки и балки.

Из сравнения уравнений (1) и (2) видно, что они имеют одинаковую структуру, и этим воспользуемся. Сведём расчёт цилиндрической оболочки к расчёту балки на упругом основании [8]. Вырежем из оболочки с внешней нагрузкой полоску единичной ширины (b=1) меридиональными сечениями. Высота полоски равна толщине оболочки (h). Как известно, такую полоску можно рассматривать как балку на упругом основании с коэффициентом постели k=Eh/R^2 (R – радиус цилиндра) [9]. Поэтому назовём её балкой-полоской на упругом основании. Считая поперечное сечение близким к прямоугольному, определим момент инерции I=h^3/12. Балка-полоска из оболочки обладает большей изгибной жёсткостью (за счёт соседних полосок), чем обычная отдельно стоящая балка-полоска. Поэтому принимаем её жёсткость равной

$$EI' = \frac{EI}{1-\nu^2} ,$$

где ν – коэффициент Пуассона, E – модуль упругости.

Для балки-полоски определим величину m с учётом вышеизложенного:

$$m = \sqrt[4]{\frac{kb}{4EI'}} = \sqrt[4]{\frac{Eh}{R^2}\cdot\frac{12(1-\nu^2)}{4Eh^3}} = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{R^2h^2}} = \beta. \qquad (4)$$

Таким образом, данное условие (m=β) является необходимым и достаточным, чтобы заменить расчёт цилиндрической оболочки расчётом балки-полоски из неё без потери точности. Оно приводит к одному и тому же дифференциальному уравнению, а значит, результаты расчётов будут совпадать. Это возможно при условиях:

– нагрузка на цилиндрическую оболочку осесимметрична;

– балка-полоска на упругом основании имеет коэффициент постели k=Eh/R^2

– жёсткость балки-полоски равна $EI' = \frac{EI}{1-\nu^2}$;

– граничные условия, нагрузка балки-полоски и оболочки одинаковы;

– толщина оболочки постоянна.

Такой подход к расчёту цилиндрических оболочек целесообразен при большом количестве действующей нагрузки, так как уменьшается трудоёмкость. Стержневую систему рассчитать всегда проще, чем оболочку. Для расчёта балки-полоски удобным является метод начальных параметров В.А. Киселёва [10]. Им выведены соответствующие формулы для определения усилий и перемещений от различных нагрузок при любом количестве участков балки на упругом основании. Воспользуемся этим методом, сохраняя обозначения, принятые автором.

В качестве иллюстрации рассмотрим цилиндрическую оболочку со свободными краями на действие осесимметричных разных нагрузок. Пусть оболочка нагружена кольцевыми сосредоточенными нагрузками величиной M и F, кольцевой полосовой нагрузкой p, равномерно распределённой на участке поверхности длиной s по рисунку 1. Определим усилия и перемещения в цилиндрической оболочке, рассматривая соответствующую балку-полоску с нагрузкой из неё (рис. 2). При таком нагружении цилиндрическая оболочка и балка-полоска имеют по длине шесть участков, они обозначены арабскими цифрами.

Рассчитаем её как балку-полоску на упругом основании (см. рис. 2), в системе координат *XY* с началом на левом конце.

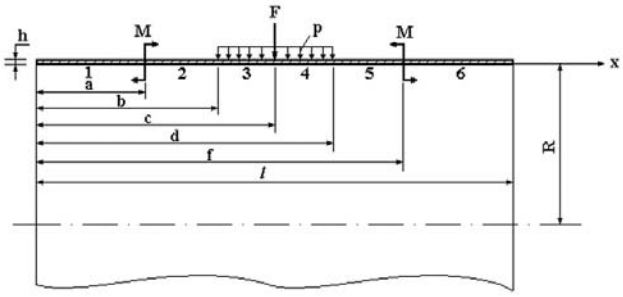


Рис. 1. Схема нагружения цилиндрической оболочки

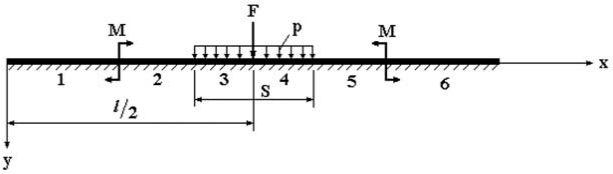


Рис. 2. Схема балки-полоски на упругом основании

На первом участке, в частности, для определения M и Q формулы В.А. Киселёва имеют вид:

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= M_0 A_z + \tfrac{Q_0}{m} B_z + S_0 C_z + N_0 D_z, \\ Q_1 &= -4mM_0 D_z + Q_0 A_z + mS_0 B_z + mN_0 C_z, \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

здесь M_0, Q_0, S_0, N_0 – начальные параметры, A_z, B_z, C_z, D_z – гиперболо-тригонометрические функции (функции А.Н. Крылова), зависящие от безразмерной координаты $z=mx$, принимаем $m = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{R^2h^2}}$.

Функции А.Н.Крылова имеют вид:

$$A_z = \cos z \operatorname{ch} z,$$

$$B_z = \frac{1}{2}[\sin z \operatorname{ch} z + \cos z \operatorname{sh} z],$$

$$C_z = \frac{1}{2}\sin z \operatorname{sh} z,$$

$$D_z = \frac{1}{4}[\sin z \operatorname{ch} z - \cos z \operatorname{sh} z].$$

Определим начальные параметры из условий на краях балки-полоски. Для данного случая граничные условия:

при x = 0 (z=mx=0) M= M_0=0, Q= Q_0=0, (6)

x = l (z=ml) M= M_l=0, Q= Q_l=0, (7)

По формулам (5) с учётом условий (6) получим:

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= S_0 C_z + N_0 D_z, \\ Q_1 &= mS_0 B_z + mN_0 C_z, \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Введём обозначения:

x=a m*a=α; x=b m*b= ε; x=c m*c=γ;
x=d m*d=δ; x=f m*f=θ; x=l m*l=λ.

Чтобы воспользоваться условиями (7) нужно составить выражения для M_l и Q_l шестого участка. При переходе от участка к следующему участку получаем приращения нагрузок. Определив эти приращения для участков, пользуясь формулами В.А. Киселёва для второго участка, получим дополнительные члены для каждого участка:

для 1 уч.	для 2 уч.	для 3 уч.	для 4 уч.	для 5 уч.	для 6 уч.	(9)
$M_l = S_0 C_z + N_0 D_z$	$+MA_{z-\alpha}$	$-\frac{p}{m^2}C_{z-\varepsilon}$	$-\frac{p}{m^2}C_{z-\varepsilon}$	$+\frac{p}{m^2}C_{z-\delta}$	$-MA_{z-\theta}$	
$Q_l = mS_0 B_z + mN_0 C_z$	$-4mMD_{z-\alpha}$	$-\frac{p}{m}B_{z-\varepsilon}$	$-FA_{z-\gamma}$	$+\frac{p}{m}B_{z-\delta}$	$+4mMD_{z-\theta}$	

Тогда получим уравнения для M и Q шестого участка в общем виде:

$$\left.\begin{aligned} M_l &= S_0 C_z + N_0 D_z + MA_{z-\alpha} - \tfrac{p}{m^2}C_{z-\varepsilon} - \tfrac{F}{m}B_{z-\gamma} + \tfrac{p}{m^2}C_{z-\delta} - MA_{z-\theta}, \\ Q_l &= mS_0 B_z + mN_0 C_z - 4mMD_{z-\alpha} - \tfrac{p}{m}B_{z-\varepsilon} - FA_{z-\gamma} + \tfrac{p}{m}B_{z-\delta} + 4mMD_{z-\theta}. \end{aligned}\right\} (10)$$

Если воспользоваться граничными условиями (7) и выражениями (10), приходим к системе уравнений для определения S_0 и N_0:

$$\left.\begin{aligned} S_0 C_\lambda + N_0 D_\lambda + \Phi_1 &= 0, \\ mS_0 B_\lambda + mN_0 C_\lambda + \Phi_2 &= 0. \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Откуда получим:

$$S_0 = \frac{1}{\Delta}\left(\frac{1}{m}\Phi_2 D_\lambda - \Phi_1 C_\lambda\right), \quad N_0 = \frac{1}{\Delta}\left(\Phi_1 B_\lambda - \frac{1}{m}\Phi_2 C_\lambda\right), \quad (12)$$

Величина $\Delta = C_\lambda^2 - B_\lambda D_\lambda$, через Φ_1 и Φ_2 обозначено:

$$\Phi_1 = M(A_{\lambda-\alpha} - A_{\lambda-\theta}) - \frac{F}{m}B_{\lambda-\gamma} + \frac{p}{m^2}(C_{\lambda-\delta} - C_{\lambda-\varepsilon}), \quad (13)$$

$$\Phi_2 = 4mM(D_{\lambda-\theta} - D_{\lambda-\alpha}) - FA_{\lambda-\gamma} + \frac{p}{m}(B_{\lambda-\delta} - B_{\lambda-\varepsilon}). \quad (14)$$

Определив начальные параметры, можно составить выражения для нахождения усилий и перемещений в сечениях цилиндрической оболочки от данной нагрузки по формулам балки на упругом основании:

$$\left.\begin{aligned} M_x &= S_0 C_z + N_0 D_z|_1 + MA_{z-\alpha}|_2 - \frac{p}{m^2}C_{z-\varepsilon}|_3 - \frac{F}{m}B_{z-\gamma}|_4 + \\ &+ \frac{p}{m^2}C_{z-\delta}|_5 - MA_{z-\theta}|_6, \\ w &= \frac{mR^2}{Eh}[mS_0 A_z + mN_0 B_z|_1 - 4mMC_{z-\alpha}|_2 - \frac{p}{m}A_{z-\varepsilon} + \frac{p}{m}|_3 + 4FD_{z-\frac{\lambda}{2}}|_4 + \frac{p}{m}A_{z-\delta}|_5 + \\ &+ 4mMC_{z-\theta}|_6, \\ Q &= mS_0 B_z + mN_0 C_z|_1 - 4mMD_{z-\alpha}|_2 - \frac{p}{m}B_{z-\varepsilon}|_3 - FA_{z-\gamma}|_4 + \frac{p}{m}B_{z-\delta}|_5 + \\ &+ 4mMD_{z-\theta}|_6, \\ T_\theta &= mR[mS_0 A_z + mN_0 B_z|_1 - 4mMC_{z-\alpha}|_2 - \frac{p}{m}A_{z-\varepsilon} + \frac{p}{m}|_3 + 4FD_{z-\frac{\lambda}{2}}|_4 + \frac{p}{m}A_{z-\delta}|_5 + \\ &+ 4mMC_{z-\theta}|_6], \\ M_\theta &= \nu M_x \end{aligned}\right\} (15)$$

В качестве примера рассмотрена оболочка с параметрами и нагрузкой:

a=0,2 м; b=0,4 м; c=0,45 м; d=0,6 м; f=0,7 м; l=1 м; R=0,5 м;
h=00,1 м; ν=0,3; M=5 кНм; F=30кН; p=30кН/м^2

Эпюры M_x, Q, w, T_θ, построенные по этим данным в компьютерной среде Matlab 6.1, представлены на рисунке 3.

Если воспользоваться принципом независимости действия сил по формулам (12, 13, 14, 15), можно рассчитать оболочку при раздельном воздействии этих нагрузок.

Частные случаи

1. Пусть $F = p = 0$, $M \neq 0$. Цилиндрическая оболочка нагружена двумя сосредоточенными кольцевыми моментами M, имеем три участка. Тогда из (13) и (14) получаем:

$$\Phi_1 = M(A_{\lambda-\alpha} - A_{\lambda-\theta}); \qquad \Phi_2 = 4mM(D_{\lambda-\theta} - D_{\lambda-\alpha});$$

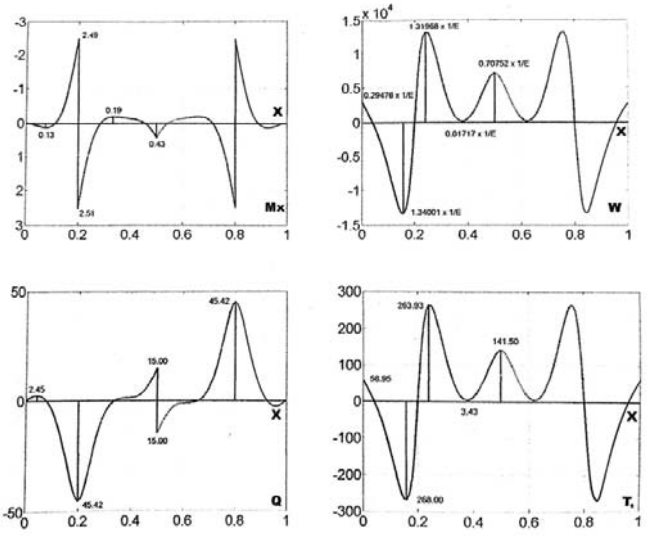


Рис. 3. Эпюры M_x, Q, W, T_θ

если $f = l - a$, то $A_{\lambda-\theta} = A_\alpha$ и $D_{\lambda-\theta} = D_\alpha$.

Для определения начальных параметров получаем формулы:

$$S_0 = -\frac{M}{\Delta}[C_\lambda(A_{\lambda-\alpha} - A_\alpha) + 4D_\lambda(D_{\lambda-\alpha} - D_\alpha)];$$

$$N_0 = \frac{M}{\Delta}[4C_\lambda(D_{\lambda-\alpha} - D_\alpha) + B_\lambda(A_{\lambda-\alpha} - A_\alpha)].$$

Если начальные параметры известны, то можно определить усилия и перемещения в любом сечении балки, а значит, цилиндрической оболочки. Для заданного частного случая изгибающие моменты (рис. 4 а) и нормальные перемещения в цилиндрической оболочке определяются:

$$M_x = S_0C_z + N_0D_z|_1 + MA_{z-\alpha}|_2 - MA_{z-\theta}|_3 \qquad (16)$$
$$w = \frac{R^2}{Eh}(m^2S_0A_z + m^2N_0B_z|_1 - 4mMD_{z-\alpha}|_2 + 4Mm^2C_{z-\theta}|_3)$$

2. Пусть M=p=0, $F \neq 0$. Имеем два участка, сосредоточенная нагрузка F приложена посередине длины.

В этом случае

$$\Phi_1 = -\frac{F}{m}B_{\lambda-\gamma}; \qquad \Phi_2 = -FA_{\lambda-\alpha}.$$

Если с $= l$, то $B_{\lambda-\gamma} = B_{\lambda/2}$ и $A_{\lambda-\gamma} = A_{\lambda/2}$

Начальные параметры равны:

$$S_0 = \frac{F}{m\Delta}(B_{\lambda/2}C_\lambda - A_{\lambda/2}D_\lambda);$$

$$N_0 = \frac{F}{m\Delta}(A_{\lambda/2}C_\lambda - B_{\lambda/2}B_\lambda).$$

Усилия и перемещения оболочки определяются:

$$M_x = S_0C_z + N_0D_z|_1 - \frac{F}{m}B_{z-\lambda/2}\Big|_2,$$
$$w = \frac{R^2}{Eh}(m^2S_0A_z + m^2N_0B_z|_1 + 4mFD_{z-\lambda/2}\Big|_2) \qquad (17)$$

3. Пусть $M = F = 0, p \neq 0$. Полосовая, равномерно распределённая нагрузка приложена на части оболочки симметрично, имеем три участка.

По (13) и (14) имеем

$$\Phi_1 = \frac{p}{m^2}(C_{\lambda-\delta} - C_{\lambda-\varepsilon}); \qquad \Phi_2 = \frac{p}{m}(B_{\lambda-\delta} - B_{\lambda-\varepsilon}).$$

Если $d = l - b, \delta = \lambda - \varepsilon$, то $C_{\lambda-\delta} = C_\varepsilon$ и $B_{\lambda-\delta} = B_\varepsilon$.

Тогда начальные параметры определяются:

$$S_0 = \frac{p}{m^2\Delta}[C_\lambda(C_{\lambda-\varepsilon} - C_\varepsilon) - D_\lambda(B_{\lambda-\varepsilon} - B_\varepsilon)];$$

$$N_0 = \frac{p}{m^2\Delta}[C_\lambda(B_{\lambda-\varepsilon} - B_\varepsilon) - B_\lambda(C_{\lambda-\varepsilon} - C_\varepsilon)].$$

Для определения внутренних усилий и перемещений на участках оболочки получаем:

$$w = \frac{R^2}{Eh}[m^2S_0A_z + m^2N_0B_z|_1 - pA_{z-\varepsilon} + p|_2 + pA_{z-\delta}|_3];$$
$$M_x = S_0C_z + N_0D_z|_1 - \frac{p}{m^2}C_{z-\varepsilon}\Big|_2 + \frac{p}{m^2}C_{z-\delta}\Big|_3; \qquad (18)$$

На рисунке 4 приведены эпюры M_x, построенные с помощью соответствующих выражений для изгибающих моментов из формул (16), (17), (18) рассмотренных: (а) – для случая 1, (б) – для случая 2, (с) – для случая 3. Эпюры построены для короткой цилиндрической оболочки с параметрами:

$\nu = 0{,}3$, a = 7,5 см, $l = 25$ см, $h = 1$ см, $R = 20$ см, s = 7 см

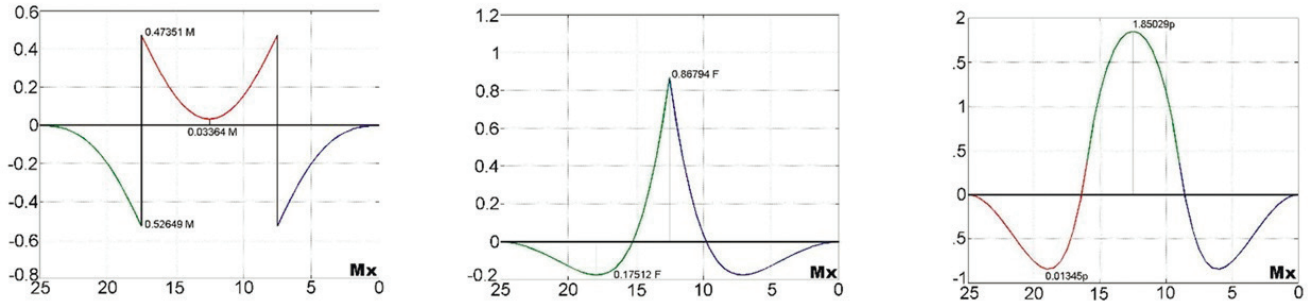
Интересно сравнить эпюру (а) с такой же эпюрой из [11], полученную совершенно по-другому для оболочки с данными размерами. Как тестовые были использованы примеры расчёта цилиндрических оболочек, изложенные в [8]. Для усилий и перемещений получились те же формулы.

Заключение

Данный подход к расчёту цилиндрических оболочек достаточно простой и может быть использован для практических расчётов. Формулы В.А. Киселёва и его метод расчёта балок на упругом основании позволяют учитывать воздействие различных нагрузок при различных их сочетаниях и количествах. Точность расчёта оболочки достигается коэффициентом деформации m балки-полоски, которого принимают равным β. Данная информация может быть полезна тем, кто занимается прочностными расчётами в области цилиндрических оболочек.

Список источников / References

1. *Власов, В.З.* Тонкостенные пространственные системы / В.З. Власов ; изд. 2-е. М. : Стройгиз, 1958. 502 с.



а) *б)* *в)*

Рис. 4. Эпюры M_x для частных случаев

Vlasov V.Z. Thin-Walled Spatial Systems. Ed. 2nd. Moscow, Stroygiz Publ., 1958. 502 p. (In Russ.)

2. *Гольденвейзер, А.Л.* Теория упругих тонких оболочек / А.Л. Гольденвейзер. М. : Наука, 1976. 512 с.

Goldenweiser A.L. Theory of Elastic Thin Shells. Moscow, Nauka Publ., 1976, 512 p. (In Russ.)

3. *Новожилов, В.В.* Теория тонких оболочек / В.В. Новожилов. Л. : Судпромгиз, 1952. 344 с.

Novozhilov V.V. Theory of Thin Shells . Leningrad, Sudpromgiz Publ., 1952. 344 p. (In Russ.)

4. *Тимошенко, С.П.* Пластинки и оболочки / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. М. : Гос. изд. физ.-матем. лит., 1963. 635 с.

Timoshenko S.P., Voinovsky-Krieger S. Plates and Shells. Moscow, State Publishing House of Physical and Mathematical Literature, 1963. 635 p. (In Russ.)

5. *Чернина, В.С.* Статика тонкостенных оболочек вращения / В.С. Чернина. М. : Наука, 1968. 455 с.

Chernina V.S. Statics of Thin-Walled Shells of Revolution. Moscow, Nauka Publ., 1968. 455 p. (In Russ.)

6. *Vinson, J.R.* (1989). Cylindrical Shells / J.R. Vinson // The Behavior of Thin Walled Structures: Beams, Plates, and Shells. Mechanics of Surface Structures, 1989, vol 8.

Vinson J.R. Cylindrical Shells. In: *The Behavior of Thin Walled Structures: Beams, Plates, and Shells*. *Mechanics of Surface Structures*, 1989, vol 8. (In Engl.)

7. *Reissner, E.* On Asymptotic Expansions for Circular Cylindrical Shells / E. Reissner // J. Appl. Mech., 1964. Vol. 31. P. 245–252.

Reissner E. On Asymptotic Expansions for Circular Cylindrical Shells. In: *J. Appl. Mech*., 1964, Vol. 31, pp. 245–252. (In Engl.)

8. *Абазов, А.Б.* Расчёт цилиндрической оболочки как балки на упругом основании / А.Б. Абазов // Сборник научных трудов КБГСХА. Нальчик, 1998. Вып. 1. С. 36–42.

Abazov A.B. Calculation of a Cylindrical Shell as a Beam on an elastic Foundation. In: *Collection of Scientific Works of the KBGSHA*. Nalchik, 1998. Iss. 1. P. 36–42. (In Engl.)

9. Курс сопротивления материалов / М.М. Филоненко-Бородич, С.М. Изюмов [и др.]. М. : Гос. изд. техн.-теор. лит., 1955. 644 с.

Filonenko-Borodich M.M., Izyumov S.M. et al. Course on Strength of Materials. Moscow, State Publishing House of Technical and Theoretical Literature, 1955, 644 p. (In Russ.)

10. *Киселёв, В.А.* Балки и рамы на упругом основании / В.А. Киселёв. М. – Л. : ОНТИ, 1936. 228 с.

Kiselev V.A. Beams and Frames on an Elastic Base. Moscow – Leningrad, ONTI Publ., 1936. 228 p. (In Russ.)

11. *Бояршинов, С.В.* Основы строительной механики машин / С.В. Бояршинов. М. : Машиностроение, 1973. 454 с.

Boyarshinov S.V. Fundamentals of Structural Mechanics of Machines. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1973. 454 p. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 134–145.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 134–145.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 711.1
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-134-145

К вопросам проектирования зданий естественнонаучного направления исследований

Дианова-Клокова Инна Владимировна (Москва). Кандидат архитектуры. Отделение научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ (филиал ФГБУ «Комфортная среда»). Эл. почта: indianova@mail.ru

Хрусталев Дмитрий Александрович (Москва). Кандидат архитектуры, доцент. Московский архитектурный институт (государственная академия. ORCID: 0000-0002-0515-0927; SPIN-код: 3165-6505; РИНЦ AuthorID: 1047601; ResearcherID: HTN-1958-2023. Эл. почта: promgettista@yandex.ru

Аннотация. На создание объектов естественнонаучного направления оказывают влияние происходящие процессы трансформации в науке, природе, обществе. В статье рассматривается ряд приёмов, применяемых в мировой практике в течение последних 70-80 лет при проектировании лабораторных зданий этого направления. Среди этих приёмов – унификация и модульное регулирование решений, резервирование пространства и оборудования, различные способы инженерно-технического обеспечения и пр. Расширение процессов взаимопроникновение наук и междисциплинарности исследований, внедрение высокотехнологичных инноваций увеличивают разнообразие и гибкость проектных решений – функциональных, архитектурных, конструктивных. В результате требований устойчивости архитектуры, экономичности и экологичности решений получили развитие приёмы «пассивного энергодизайна». Рост потребности в информационном обеспечении, межличностных контактах, комфорте и безопасности рабочей среды, рекламе и просвещению привели к тому, что устойчивость решений дополняется приёмами «социального инжиниринга», имеющими целью повышение эффективности научного процесса. Приведённые в статье примеры из мировой практики показывают, что при реализации проектных решений естественнонаучных лабораторных зданий сами научные комплексы могут являться площадками создания и апробации тех или иных новых технологий и способствуют развитию прогрессивных приёмов устойчивой архитектуры.

Ключевые слова: лаборатории естественнонаучного профиля; приёмы архитектурного проектирования; способы инженерно-технического обеспечения лабораторных зданий; гибкость, трансформируемость, резервирование; устойчивая архитектура; социальный комфорт

Для цитирования. Дианова-Клокова И.В., Хрусталев Д.А. К вопросам проектирования зданий естественнонаучного направления исследований // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 134–145. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-134-145.

On the Issues of Designing Buildings for Natural Science Research Areas

Dianova-Klokova Inna V. (Moscow). Candidate of Science in Architecture. The Branch “Comfortable Environment” of the Department of research works of the GIPRONII RAN. E-mail: indianova@mail.ru

Khrustalev Dmitry A. (Moscow). Candidate of Science in Architecture, Docent. Moscow Institute of Architecture (State Academy). ORCID: 0000-0002-0515-0927; SPIN: 3165-6505; AuthorID: 1047601; ResearcherID: HTN-1958-2023. E-mail: promgettista@yandex.ru,

© Дианова-Клокова И.В. Хрусталев Д.А., 2026.

Abstract. The creation of natural science facilities is influenced by the ongoing transformation processes in science, nature, and society. The article discusses a number of techniques used in world practice over the past 70-80 years in the design of laboratory natural science buildings. Among them are the unification and modular regulation of solutions, reservation of space and equipment, various methods of engineering and technical support, etc. The expansion of the processes of interpenetration of sciences and interdisciplinarity of research, the introduction of high–tech innovations increase the diversity and flexibility of design solutions – functional, architectural, constructive. As a result of the requirements of sustainable architecture, cost-effectiveness and environmental friendliness of solutions, the techniques of "passive energy design" have been developed. The growing need for information support, interpersonal contacts, comfort and safety of the working environment, advertising and education have led to the fact that the sustainability of solutions is complemented by the techniques of "social engineering" aimed at increasing the efficiency of the scientific process. The examples given in the article from world practice show that when implementing design solutions for natural science laboratory buildings, scientific complexes themselves are often sites for the creation and testing of certain new technologies and contribute to the development of progressive techniques of sustainable architecture.

Keywords: natural science laboratories; architectural design methods; techniques of engineering and technical support for laboratory buildings; flexibility, transformability, redundancy; sustainable architecture; social comfort

For citation. Dianova-Klokova I.V., Khrustalev A.A. On the Issues of Designing Buildings for Natural Science Research Areas. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 2, pp. 134–145, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-134-145.

Природа исследований в областях естественных наук по своей сути основана на постоянно меняющихся технологиях процессов. Удовлетворение динамики этих функций является одной из специфических характеристик архитектурного проектирования для науки. Процесс развития и совершенствования проектных решений зданий естественнонаучного назначения происходит постоянно по мере развития самой науки. В русле этого процесса на протяжении последних десятилетий в мировой практике разработана определённая система приёмов, воплощённая в проектах и постройках. Эта система, с одной стороны, предопределяет цельность и завершённость, а с другой – таит в себе потенциальные резервы для совершенствования и развития.

Ряд особенностей естественнонаучного процесса усложняют процесс проектирования этих объектов [1]. Среди особенностей:

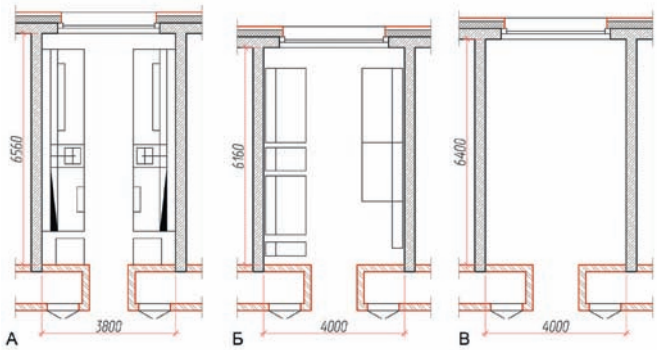


Рис. 1. Унифицированные лабораторные ячейки с коммуникационными нишами (источник: [2]). Специализация ячеек: А – для химических и биологических наук, Б – для физических наук; В – универсальная для химических, биологических и физических наук

– рисковый научный характер деятельности, частая и непредсказуемая смена направлений и методов исследований, численности и состава работающих;

– высокая квалификация, напряжённая умственная работа научного персонала, ненормированный график труда;

– сложная функциональная структура процесса, включающая работу офисного типа, теоретические и виртуальные исследования, лабораторный эксперимент, технологические разработки, опытное производство;

– высокая энергетическая и ресурсная затратность, часто негативное влияние на окружающую среду.

С середины XX века получают развитие приёмы унификации проектных решений. Дифференциация научных направлений требовала различных габаритов пространства для проведения исследований, и уже в середине века на смену существовавшим с 1946 года лабораторным ячейкам для исследований физического и химического профиля в 1955–1960-е были созданы унифицированные лабораторные ячейки с коммуникационными нишами универсального характера размерами 4,0×6,4 м, обеспечивающие возможности широкого диапазона исследований физического, химического, биологического профилей (рис. 1). Это вело к более широкой вариантности решений, трансформации рабочих площадей, универсализации пространства для научных исследований. Созданные на этой основе помещения в отечественной практике получили название «лабораторий общего типа» [2].

На этой основе были запроектированы и построены, в частности, шесть однотипных лабораторных корпусов Новосибирского научного центра Сибирского Отделения АН СССР (арх. Н. Куприянов, Д. Метаньев, Ю. Платонов) [3](рис. 2).

С 1960–1970-х годов тенденции к междисциплинарности научных исследований потребовали от проектировщиков усилий по достижению гибкости, трансформируемости и приспособляемости пространства и его технического оснащения. Для лаборатории общего типа и помещений теоретических и виртуальных исследований (т.н. «офисного типа») в мировом опыте проектирования в наибольшей мере отработаны подходы к достижению гибкости, устойчивости и эффективности работ. Так, в нашей стране в 1960–1970-е годы были разработаны подробные нормативные и рекомендательные документы, всесторонне регламентирующие архитектурные и инженерные вопросы проектирования зданий научного назначения[1].

Проблема создания в достаточной мере гибких и приспособляемых решений зданий научного назначения осложняется тем обстоятельством, что изменения исследовательских программ происходят быстро – меняется тематика, методы исследования, инструментарий, квалификация, состав работающих. Средней продолжительностью цикла работ считается срок два-три года, за время которого до 30% элементов здания требуют различных внедрений и переделок, происходящих вследствие изменений финансирования и технологий исследования, численности и специализации персонала, продвижения продукции на рынке, слияний или разделений фирм, изменения законодательства и пр. [4].

Часто в строящееся в течение двух лет здание приходится вносить изменения на трети его полезной площади ещё до ввода в эксплуатацию. По степени радикальности существуют три уровня внедрений и переделок, которые приходится производить в структуре здания:

– косметические изменения (мелкие ремонтные работы);

– переделки в существующих помещениях (новое оборудование, освещение, потолки, полы);

– комплексные изменения (смена планировки с передвижкой перегородок и затрагиванием всех систем).

Стоимость переделки зданий складывается из стоимости ремонтно-строительных работ, а также компенсации убытков вследствие простоя деятельности, перемещения лабораторий и пр. Затраты на перечисленные внедрения в структуру здания должны быть увеличены соответственно на 5% – косметические изменения, 5-10% – промежуточные переделки в помещениях, 25-50% – комплексные изменения [5].

Условием успешности проекта здания научного назначения считается степень приспособленности к изменениям, происходящим со временем в эксплуатации здания в связи с требованиями персонала и технологии, при условии, что трансформация первоначального пространственного решения не потребует значительных финансовых затрат. Это свойство называется гибкостью. С увеличением гибкости увеличивается стоимость капиталовложений в строительство.

Лабораторные пространства должны обладать максимальной гибкостью и ремонтно-эксплуатационной надёжностью (и соответственно – высокой стоимостью в расчете на 1 кв. м). Все жёстко фиксированные структуры – опоры, лестницы и лифты – не должны быть препятствием гибкости пространства. Теоретические лаборатории, офисные, вспомогательные и общественные пространства не нуждаются в такой степени гибкости, соответственно, в них стоимость 1 кв. м ниже.

Важным этапом в деле достижения максимальной гибкости пространственной и функциональной организации стало применение модульного регулирования на всех уровнях проектных решений [6; 7]. Большой вклад в развитие этого принципа был сделан в 1970–1980-е годы в ГИПРОНИИ АН СССР. «Регулирование» понималось как предопределение основных путей развития в пространстве и времени, создание условий для поливариантности решений. Установленная на основе антропометрических и эргонометрических данных первичная пространственная единица – рабочий пост, функциональный и планировочный модуль 1,8×1,8 м – определяла параметры всех уровней вплоть до градостроительного. Рабочий пост включал в себя пространство для размещения экспериментатора и рабочего стола – прибора и окружаю-

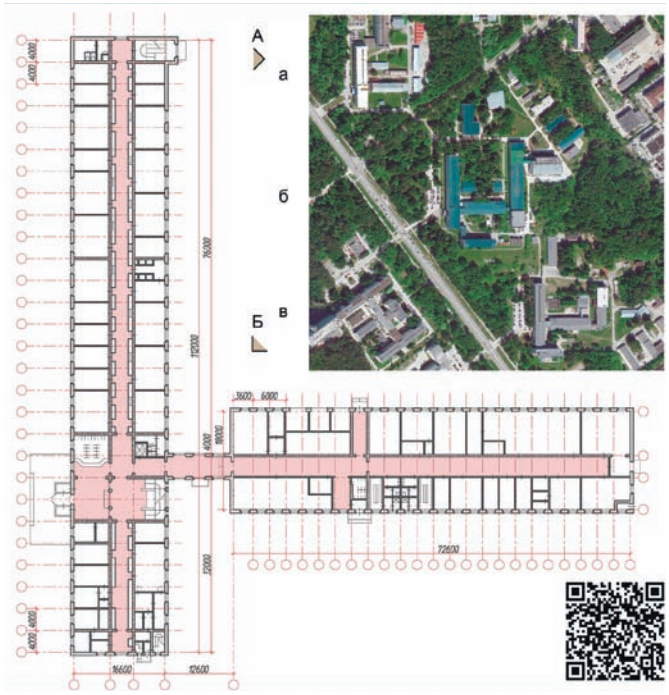


Рис. 2. Унифицированное планировочное решение лабораторного корпуса для институтов Новосибирского Академгородка Сибирского отделения АН СССР (источник: [2; 3]). А – аэрофотосъёмка фрагмента пр. Академика Лаврентьева с тремя институтами СО РАН: а – Институт неорганической химии им. А.В. Николаева; б – Институт катализа им. Г.К. Борескова; в – Институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова. Б – план первого этажа

[1] Инструкция по проектированию зданий научно-исследовательских учреждений : СН 495-77. М. : Стройиздат, 1978. 57 с.;

Указания по проектированию научно-исследовательских институтов и лабораторий : СН-НИИ-68. Москва, 1968. 119 с.

щего его пространства коммуникаций. Система модульного регулирования позволяла достичь высокой степени гибкости всей пространственной структуры градостроительного комплекса, сохраняя свободу творческих поисков. В это время в мировой практике также были разработаны различные типы планировочных решений лабораторий разного профиля работ на основе различных модульных планировочных сеток (рис. 3, 4). Важно отметить, что модульное регулирование получило широкое распространение также при проектировании лабораторной мебели и оборудования [5].

Во многих случаях создание гибких и приспособляемых зданий научного назначения решается путём пространственного и технологического резервирования – способа обеспечения надёжности объекта за счёт использования дополнительных средств и (или) возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функций с целью сохранения работоспособного состояния объекта при отказе одного или нескольких элементов[2]. Резервирование пространств необходимо в том числе для перекладки, замены и наращивания коммуникаций, достижения устойчивости решений путём расширения спектра технических возможностей и пр. Организация инженерных систем и связанных с ними технических пространств должна удовлетворять меняющимся требованиям исследований и требует гибких решений. Гибкость планировки лабораторных зданий напрямую зависит от способа организации инженерного обслуживания рабочих площадей, от расположения пространств, предназначенных для инженерных коммуникаций, по отношению к площадям рабочего назначения (внутри или вне них) и от возможности подключения коммуникаций к технологическому оборудованию (в любом месте или в заранее определённых местах) [8]. Важно при этом, что наиболее гибкое решение обычно является и наиболее затратным. Резервы, заложенные в проект, обеспечивают бесперебойное во времени и эффективное функционирование здания.

В большой мере на планировочные решения лабораторных зданий влияют приёмы организации пространства для прокладки коммуникаций, напрямую определяя архитектурные задачи и внешний облик объекта. Разнообразие этих приёмов складывалось на протяжении десятков лет. На сегодняшний день распространены открытый и скрытый способы прокладки распределительных и подводящих инженерных коммуникаций [9].

Открытый способ прокладки путём крепления трубопроводов к несущим и ограждающим конструкциям, к специальным эстакадам – наименее дорогостоящий и наиболее простой в смысле трансформации. Такой способ в последние годы всё чаще находит применение в проектировании научных зданий. При скрытом способе размещение коммуникаций осуществляется во внутренних или наружных пространствах: вертикальных шахтах/ядрах, технических коридорах; в верхних и/или нижних технических этажах.

Широко распространённый в середине XX века способ устройства вертикальных инженерных шахт с промежуточными противопожарными диафрагмами в многоэтажных зданиях усложняет задачу проектировщика и во многом препятствует гибкости пространственной организации. Достаточно часто применяемые сегодня технические коридоры и/или ядра позволяют решать рабочее пространство более гибко.

Одноуровневая лаборатория с верхним и/или нижним техническими этажами – наиболее гибкое решение с точки зрения организации инженерных подводок. Оно также позволяет достигать большой степени гибкости путём организации

[2] Методы резервирования (https://sdo2.irgups.ru/pluginfile.php/41166/mod_resource/content/1/Лекция%20№%204.pdf).



Рис. 3. Решение теоретических лабораторий и офисных помещений на основе модульной сетки (источник: [5]). Типы планировки: А – кабинетная с внутренним коридором; Б – смешанная (кабинетная+ландшафтная); В – групповые офисы



Рис. 4. Решение лабораторий общенаучного профиля на основе модульной сетки (источник: [7]): А – помещение на 4 рабочих места; Б – лаборатории различного профиля; В – пример компоновки помещений в составе лабораторного блока

свободной планировки лабораторий внутри общего большого безопорного пространства. В многоэтажном здании также создаются междуэтажные технические пространства с подобными целями (хотя этот способ значительно повышает стоимость строительства). Так в конце 1960-х годов решён Институт космических исследований в Москве. В этом объекте объёмно-планировочное решение основано на серии «унифицированных секций» – это явилось шагом к комплексному регулированию пространственной организации естественнонаучного комплекса. Здесь трансформация рабочего пространства на этаже 18-метровой ширины практически ничем не ограничена. Гибкости планировки также способствует группировка вертикальных инженерных подводок в составе шести вынесенных наружу ядер, во многом определяющих выразительность пластического решения лабораторного корпуса 400-метровой длины (рис. 5).

Способ организации инженерно-технической зоны в составе наружного технического пространства часто совмещается с устройством «отслоенных» и вентилируемых фасадов для улучшения изоляции здания от внешних условий. В этом случае достигается возможность перекладки и трансформации сетей одновременно с проведением научных исследований, экономия средств и удобство обслуживания и эксплуатации. Трубопроводы при этом крепятся с внешней стороны к наружной стене лаборатории; солнцезащитные устройства – к стойкам, поддерживающим наружное светопрозрачное ограждение. Этот способ распространён в настоящее время в мире, однако его применение сильно зависит от климатических условий (рис. 6 А).

Поэтажные распределительные и подводящие газопроводы, выходящие из шахт, технических коридоров и иных пространств, по противопожарным соображениям в настоящее время часто делаются открытыми и снабжаются знаковой окраской, что обеспечивает возможность удобной эксплуатации и опознавания.

Одновременно с развитием науки в последние десятилетия в мире происходят значимые изменения, оказывающие непосредственное влияние как на развитие естественнонаучных направлений исследований, так и на жизнь и развитие общества в целом. К концу XX века понимание так называемых «пределов роста», угроза того, что «существующая динамика развития человечества на планете Земля приведёт к экологической катастрофе в первой половине XXI столетия», дали начало тенденции к достижению «устойчивого развития». Эта тенденция постоянно подкрепляется глобальными изменениями климата на планете.

Как следствие, появляются новые принципы и подходы к архитектурному проектированию и эксплуатации зданий, в том числе – объектов научного назначения. В 1993 году было введено понятие «устойчивой архитектуры». В 2009-ом МСА в Копенгагене принята декларация «Устойчивость по проекту», в 2010-ом в Сиднее Международный союз архитекторов и Всемирный совет по «зелёному» домостроению подписывают соглашение о сотрудничестве. В 2011-ом на Международном симпозиуме «Устойчивая Архитектура: настоящее и будущее» в качестве важнейших направлений дальнейшего развития были обозначены расширение понятийного аппарата устойчивой архитектуры на всех уровнях – от теоретического до нормативной практики, содействие разработке стандартов и приемлемых технологий «зелёного строительства», а также их внедрение в практику проектирования и строительства [10; 11].

В XXI веке инновационная деятельность во всём мире обращается к вопросам экологии, наук о жизни, энерго- и

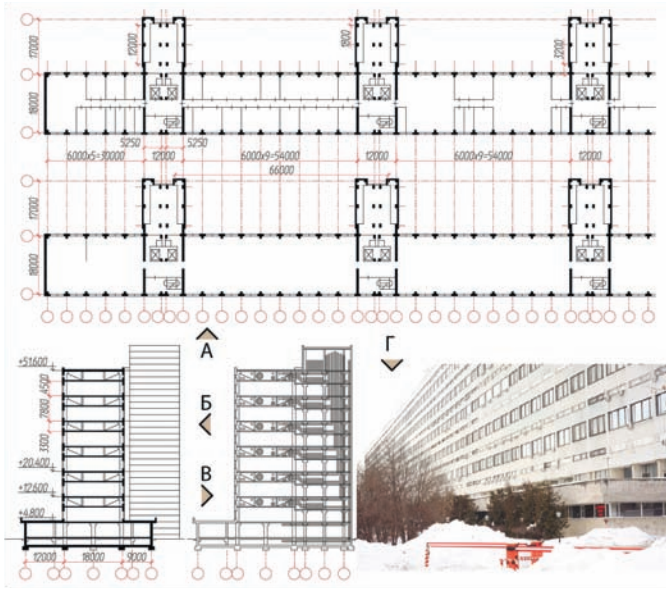


Рис. 5. Здание Института космических исследований. Москва (источник: [7]). А – планы рабочего и технического этажа; Б – поперечный разрез; В – разрез/схема организации инженерно-технологического обеспечения; Г – общий вид



а – наружное техническое пространство, б – приточно-вытяжная установка для каждой лаборатории, в – трубопроводы (газ, водоснабжение, канализация), г – подвесное прямое/непрямое освещение, д – сухие процессы, е – мокрые процессы, ж – солнцезащитный экран

Рис. 6. Организация инженерно-технических подводок: А – в наружном техническом пространстве (инженерно-технические трубопроводы разделены сеткой снаружи под окнами; проводки – между окнами, от стены до рабочих мест), Б – в подземном техническом уровне (трубопроводы разделены сеткой под полом лаборатории и через плиту перекрытия ведут к рабочим местам) (источник: [5])

ресурсосбережения. В России нормативная база в области устойчивого строительства также активно развивается. В 2024 году введены новые нормы и правила строительства, направленные на повышение экологичности и энергоэффективности зданий. Так, ГОСТ Р 71468-2024, ГОСТ Р 72086-2025[3] регламентируют параметры устойчивости среды за счёт применения энергоэффективных теплоизоляционных материалов и изделий, а также энергетической эффективности и экологической безопасности систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

В настоящее время к мерам обеспечения традиционных свойств гибкости и приспособляемости пространственных решений научных комплексов добавляются многочисленные инновационные приёмы устойчивой архитектуры в её современном понимании.

Диапазон мероприятий по повышению энергоэкономичности и экологичности решений простирается от создания безопасных и благоприятных условий для здоровья и самочувствия работающих (температурный комфорт, естественное освещение, хорошие условия для социального общения) – до ограничения объёмов производства в целях минимизации отходов, засоряющих окружающую среду. Эти требования общие для всех зданий научного и инновационного назначения.

Экономичность решений и природосберегающие технологии входят в состав приёмов пассивного энергодизайна: это – и так называемое «зелёное строительство», и снижение энергопотребления в строительстве и эксплуатации зданий, и создание комфортных условий для человека путём использования природных и возобновляемых источников энергии и развития альтернативных систем жизнеобеспечения построек. Решаются вопросы экономиии электроэнергии, безопасности, в том числе оптимизация визуального информационного обеспечения. В зданиях естественнонаучного назначения выделяются зоны, где меры по достижению энергоэкономичности и природосбережения применимы в максимальной степени (обычно это – общественные и рекреационные пространства, административные, офисные помещения, лаборатории теоретических и виртуальных исследований), и зоны, где существуют функциональные и технологические ограничения, в большей или меньшей степени ограничивающие применение приёмов пассивного энергодизайна (исследовательские и специальные лаборатории, помещения с регулируемыми параметрами среды, некоторые технические и вспомогательные помещения и пр.).

Энергоэкономичность и экологичность решения зданий не только этичны, но и ведут к снижению затрат на эксплуатацию. Это подтверждается во времени, учитывая соотношение капиталовложений в строительство и эксплуатационных затрат, стоимости энергоресурсов и затрат на утилизацию отходов.

Архитектурная устойчивость сегодня включает такие позиции, как учёт местных особенностей и использование преимуществ расположения объекта; применение новых материалов и высоких технологий строительства; многофункциональность внутреннего пространства и приспособляемость его к перспективным изменениям (внимание к организации пространства, элементам планировки и инженерного обеспечения, позволяющим облегчить их трансформируемость и эксплуатационную надежность).

В понятие «устойчивости» архитектурных решений применительно к современным научным зданиям, помимо мер по их экологичности и сокращению потребления энергии и природных ресурсов, входит комплекс приёмов так называемого «социального инжиниринга», обеспечивающих эффективность и гуманитарную основу ведения научного процесса. При этом сами научные комплексы часто являются площадками создания и апробации тех или иных технологических инноваций и способствуют развитию передовых технологий устойчивой архитектуры [12].

В последние десятилетия отчетливо проявляется усиление тенденции к синтезу направлений исследований. Всё большее распространение получает объединение в научном центре физических, математических, химических дисциплин, химико-биологических, медико-биологических или междисциплинарных исследований и пр. Это требует ещё более гибких и универсальных планировок; решения лабораторных зданий с трансформируемыми («кросс-функциональными») планировками становятся всё более востребованными. При интересе исследователей к пограничным исследованиям – пограничными становятся и планировочные решения. Принципы ведения исследований определяют пространственные параметры процессов. В архитектурном решении отражается многофакторный технологический запрос. Такие требования к научному процессу, как пространственное соотношение виртуальных и физических исследований, зон с нормируемым количеством естественного освещения и без оного, количество и характеристики помещений вспомогательного/подсобного назначения и т.д., – всё это напрямую влияет на планировку и дизайн помещений. При этом, несмотря на разнообразие научных направлений, все естественнонаучные объекты обладают общим, формирующим «ядром» пространств, куда относятся лаборатории, помещения со специальными требованиями к среде, подготовительные службы, офисы. Они создают необходимую технологическую цепочку, связывающую проведение экспериментов с обработкой полученных данных. Во многих научных комплексах в зависимости от их специфики присутствуют учебные, а также экспериментально-производственные зоны.

Распространены различные приёмы организации групповых рабочих мест и планировки рабочих помещений [7].

[3] ГОСТ Р 71468-2024 «Экологические требования к объектам недвижимости. Здания жилые и общественные. Повышение устойчивости среды обитания за счет применения энергоэффективных теплоизоляционных материалов и изделий (https://docs.cntd.ru/document/1306807744); ГОСТ Р 72086-2025 «Экологические требования к объектам недвижимости. Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем вентиляции и кондиционирования воздуха» (https://docs.cntd.ru/document/1312886205).

Применяются широкие корпуса исследовательского назначения, где специализированные рабочие помещения (чистые комнаты, экспериментальные пространства и пр.), а также вспомогательные службы (термостатированные помещения, фотолаборатории и другие) расположены в центральном ядре здания, а по периметру к световому фронту примыкают исследовательские лаборатории. Иногда периметральная зона этажа образована офисными помещениями, а средняя часть его формируется из лабораторных помещений, лишённых дневного света, что упрощает создание здесь заданных параметров среды. В некоторых случаях без естественного освещения (или освещённые «вторым светом») выполняются все рабочие помещения.

Планировка в коридорных лабораторных зданиях может иметь один, два, несколько коридоров. Одинарный коридор ранее часто проектировался сдвинутым в одну из сторон, но сегодня в целях гибкости обе зоны по две стороны от коридора могут быть одинаковых размеров. Вспомогательные службы в этих случаях могут непосредственно примыкать к лаборатории. Внутренний двойной коридор предусматривается в зданиях с большим количеством помещений вспомогательно-технического назначения и складов, которые могут быть безоконными и располагаться в срединной зоне между коридорами. В последние десятилетия получают большое распространение приёмы планировки с периметральным коридором, с двумя наружными и внутренним – техническим – коридором, а также с центральным атриумом, вокруг которого группируются рабочие помещения. В этих случаях пространства с естественным освещением – периметральные коридоры и атриумы – служат рекреационными зонами.

Рабочие места часто организуются по «полуостровному» или островному типу; могут быть расположены вдоль стен, могут быть отделены проходом от наружных стен (это предпочтительно в случае пожароопасных работ). Для гибкости лаборатории предпочтительно организовывать свободную планировку внутри общего большого пространства. Однако некоторые лаборатории требуют изолирующих конструкций ограждения (факторы: ионизирующая радиация, канцерогены, шумы, требования чистоты среды, а также требования секретности переговоров).

В архитектурно-планировочной композиции здания встречается как симметричный подход, символизирующий стабильность и порядок, так и живописный, отражающий гибкость и интеграцию с контекстом. Большинство объектов сочетают гармоничную простоту плана и фасада; любое архитектурное усложнение трактуется не как самоцель, а как осознанный инструмент трансляции инновационного статуса и создания комфортной среды.

Каждый профиль исследований диктует свои оптимальные параметры. Применяемые в естественнонаучных зданиях пролёты обычно варьируются в рамках (6,0-6,4)–(7,2-8,4) м [7; 13].

В дизайн-решениях наблюдаются тенденции к сближению (как пространственному, так и визуальному) лабораторий теоретиков (рабочих зон офисного типа) и лабораторий без особых требований к среде (общего типа и экспериментальных). Вне зависимости от направлений исследований проектировщики стремятся сделать планировочные решения более прозрачными, снять барьеры (межкомнатные перегородки) в целях раскрытия рабочего пространства, создания зон контактов и общения, облегчения мониторинга работы инженерно-технических служб. Это удорожает решения, но ведёт к расширению мер социального инжиниринга и решению ряда вопросов безопасности, информируя и воодушевляя сотрудников и гостей, стимулирует рекламу и контакты, повышает эффективность труда, сигнализирует о наличии изменений, проблем и рабочего состояния оборудования.

Приведённые ниже примеры из мировой практики показывают, как в XXI веке архитекторы достигают гибкости и устойчивости пространственной организации лабораторных зданий естественнонаучного назначения.

Научный центр геохимии имени Гэри К. Комера, Колумбийский университет [2008; Палисейдс, штат Нью-Йорк, США; арх. бюро «Пайетт» (Payette)][4]. Здание общей площадью 6510 кв. м – пример комплексного устойчивого решения, в котором совмещены требования ведения научных исследований геохимического профиля как с высоким, так и низким энергопотреблением (рис. 7). Принятая конфигурация поперечного сечения здания с цокольным уровнем, совмещающая трёхэтажный блок офисов (высотой 3,05 м) и двухэтажный блок лабораторий (высотой 4,57 м) примерно одинаковой длины, обеспечила не только высокоэффективный, малозатратный проект, но и улучшение социального и научного сотрудничества учёных. Внешняя форма здания отражает его внутреннюю организацию. Лабораторная часть – высокоэнергетическое пространство со сложными техническими системами и специальными требованиями к среде. Система инженерного обеспечения организована в центральном техническом коридоре, в цокольном уровне и на кровле. Подводящие трубопроводы открытые. Офисная часть – пространство с естественным проветриванием и

[4] https://www.payette.com/project/columbiauniversitycomer/

[5] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.



Рис. 7[5]. Научный центр геохимии имени Гэри К. Комера; А, Б – общие виды; В, Г – интерьеры лабораторных помещений

индивидуально регулируемым отоплением и охлаждением. Здесь много естественного света, предусмотрена возможность панорамного обзора природных окрестностей. В центре здания – развитое общественное пространство, созданы многоуровневые атриумы с верхним шедовым освещением. В торце – крытые террасы с видом на речную долину; генпланом предусмотрена пешеходная связь с живописными окрестностями. Проект удостоен множества наград и получил Серебряный сертификат LEED.

Институт онкологии и клеточной биологии (Сидней, Новый Южный Уэльс, Австралия; арх. бюро «Браун Брюэр и Грегори», арх. проекта Марк Боффа, 2010) [5]. Архитектурная концепция заключалась в создании функционально устойчивых, адекватных и гибких пространств в целях их последующей трансформации с минимальными затратами и без нарушений исследовательского процесса. Лабораторные помещения достаточно просторные, чтобы разместить целое исследовательское подразделение, при этом обеспечив должный комфорт, спокойствие и изоляцию. Планировка

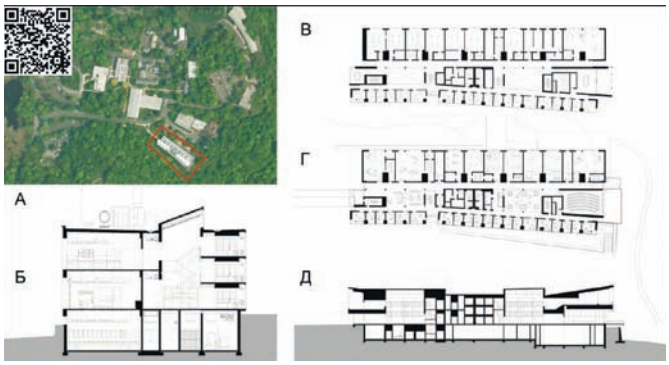


Рис. 8. Научный центр геохимии имени Гэри К. Комера: А – аэрофотосъёмка; Б – поперечный разрез; В – план третьего этажа; Г – план первого этажа; Д – продольный разрез по линейному общественному пространству с атриумами

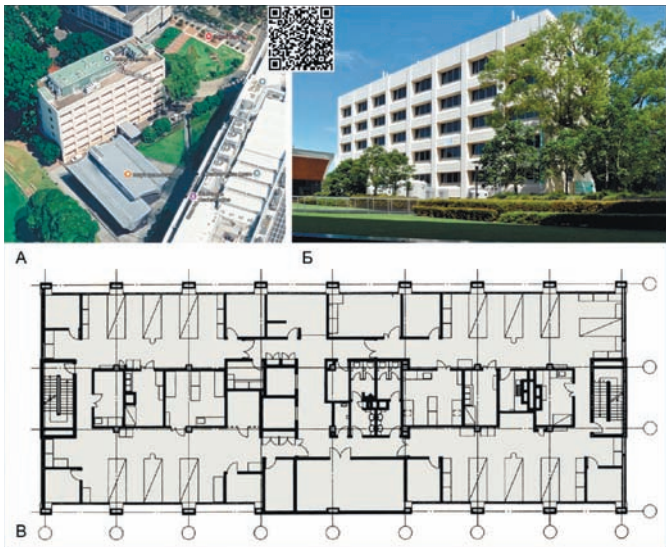


Рис. 9. Институт онкологии и клеточной биологии, исследовательский корпус: А – вид с высоты птичьего полёта; Б – общий вид; В – план лабораторного этажа (источник: [5])

компактного прямоугольного в плане здания включает два продольных коридора, между которыми – центральное протяжённое обслуживающее и коммуникационно-техническое пространство, по обе стороны от которого, примыкающие к обоим фасадам – универсальные и гибкие лабораторные модули с крупной сеткой колонн (рис. 9). Гибкость обеспечивается также за счёт передвижной модульной рабочей мебели и оборудования, которые можно устанавливать в конфигурациях, не нарушающих движение и рабочий процесс. Все лаборатории имеют прямой доступ к центральному техническому ядру. Благодаря объединению коммуникационной зоны с лабораториями достигнута возможность тесного общения между учёными, что способствует обсуждениям и исследовательскому взаимодействию. Поперечные коридоры сведены к минимуму. Рабочие столы расположены перпендикулярно к окнам и имеют регулируемые по высоте столешницы. Все подводящие коммуникации расположены в общей зоне между рабочими столами. Обслуживание и ремонт вертикальных и горизонтальных трубопроводов вдоль наружных стен осуществляется через съёмные эксплуатационные люки. В лабораторных помещениях отсутствуют подвесные потолки, все коммуникации на верхних уровнях открыты и имеют цветовую маркировку для удобства идентификации.

Научный центр имени Даны Молер-Фариа создан в процессе реконструкции и расширения кампуса университета Бриджуотер [2012; Бриджуотер, штат Массачусетс, США; арх. бюро «Пайетт» (Payette)][6]. В составе комплекса общей площадью 19660 кв. м (в том числе новое строительство 15660 кв. м) – гибкие научно-исследовательские и учебные лаборатории различного профиля: биология, химия, информатика, науки о Земле, география, математика, физика. Значительно расширив существующий научный центр, новое здание объединило естественные и математические науки под одной крышей, предоставив возможности для экспериментального обучения и исследований студентов, а также способствуя междисциплинарному сотрудничеству (рис. 10, 11). Планировка зданий коридорная, вдоль коридоров группируются гибкие модульные исследовательские и инструментальные лаборатории; лаборатории офисного типа примыкают к наружным полностью остеклённым стенам, оснащённым регулируемой солнцезащитой. Основная техническая инфраструктура комплекса размещена в новом здании. Система инженерных коммуникаций организована в технических этажах – промежуточных и верхнем, разводки – за подшивными потолками. Вместе с существующей библиотекой и общественным центром новый объект формирует новую границу и вход в кампус. Три крыла здания имеют различные пластические решения в соответствии с окружающим контекстом. Входы интегрированы в сеть дорожек кампуса, выполняя важную роль фокусов общественных контактов и

[6] https://www.payette.com/project/dana-mohler-faria-science-mathematics-center/

рекламы. На крыше здания – обсерватория и смотровая площадка. Озеленённая кровельная терраса в том числе служит экономии ресурсов, так как вмещает большое количество так называемых «тепловых труб» – батарей, обеспечивающих здание горячей водой. Применённые в проекте приёмы по сокращению расходов электроэнергии обеспечили снижение энергопотребления на 52% по сравнению с базовым показателем 2030 года. Объект получил многочисленные награды и серебряный сертификат LEED.

Научный комплекс Центра физических и инженерных научных исследований [Physical Sciences and Engineering Center – PSEC, арх. фирма «Рэтклиф (Ratcliff)] создан в границах существующего с 1961 года колледжа Футхилл (Foothill; 2013; Лос-Альтос-Хиллз, штат Калифорния, США)[7]. Комплекс площадью 5210 кв. м предназначен для освоения студентами науки, техники, инженерии и математики с целью повышения качества их подготовки для работы в Силиконовой долине (рис. 12, 13). Здесь находится Институт науки и обучения колледжа, который продвигает инновационную модель образования, основанную на междисциплинарном преподавании и прикладном обучении, исследованиях и передовых практиках, для поддержки успешного преподавания и изучения материалов. В проектном решении интегрированы инновационные технологии обучения, передовые лаборатории и оборудование. Применены экологически устойчивые решения, особое внимание уделено гибкости, активному обучению, интеграции интеллектуальных технологий и естественному освещению. Комплекс состоит из трёх отдельных павильонов – аудиторий, лабораторий и общих зон, – в которых размещаются факультеты инженерии, химии, физики и нанотехнологий. Лабораторное здание габаритами 66,0×34,7 м двухуровневое; нижний уровень занимают лаборатории (физические, химические, мультидисциплинарные) с обслуживающими и техническими помещениями, на верхнем, свободном от промежуточных опор уровне – химические лаборатории, офисы и классы. Перегородки между рабочими помещениями – прозрачные, что увеличивает естественный свет, а также позволяет облегчить визуальное общение и информацию между сотрудниками. Планировка гибкая, основана на планировочном модуле 9,59×6,39 м. Все лабораторные пространства обеспечены естественным светом и защищены от прямого солнца и перегрева. Все три здания гармонично вписываются в исторический кампус. Дизайн зданий лабораторий и аудиторий сочетает характерную типологию существующего кампуса с современными стеклометаллическими конструкциями корпуса общественного назначения. Вдоль западной стены этого корпуса, выходящей во внутренний двор площадью 3385 кв. м, расположены многофункциональные помещения – кафе, холл, конференц-зал. Это гибкое пространство – центр кампуса и место для встреч и мероприятий – инклюзивно, может быть полностью открыто вовне, создавая большую общественную зону для проведения различных мероприятий. Проект удостоен серебряного рейтинга LEED.

Центр комплексных наук о жизни и инженерии имени Раджена Килачанда в составе кампуса Бостонского университета [2017; Бостон, штат Массачусетс, США; арх. бюро «Пайетт» (Payette)] имеет в своем составе научные подразделения по дисциплинам: нейронаука, синтетиче-

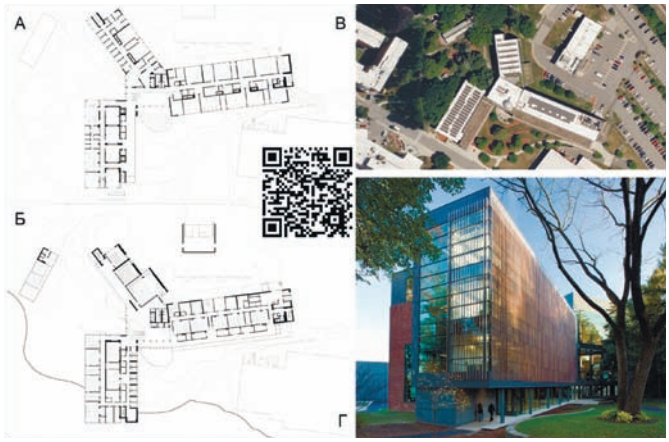


Рис. 10. Научный центр имени Даны Молер-Фариа. Научно-математический корпус: А – план рабочего этажа, Б – план первого этажа, В – аэрофотосъёмка; Г – внешний вид здания



Рис. 11. Научный центр имени Даны Молер-Фариа: А – общий вид нового здания; Б – интерьер исследовательской лаборатории; В – рекреационная галерея; Г – центральный холл-атриум



Рис. 12. Научный комплекс PSEC: вид сверху; интерьер лабораторной зоны; внутренний двор

[7] https://architizer.com/projects/physical-sciences-and-engineering-center-at-foothill-college/



Рис. 13. Научный комплекс PSEC. План лабораторного корпуса: А – 1 этаж; Б – второй этаж.

ская биология, визуализация человека[8]. Комплекс площадью 15800 кв. м обеспечивает максимальную гибкость

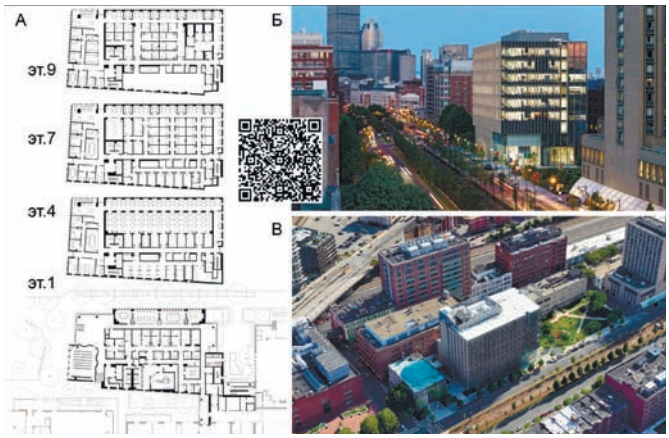


Рис. 14. Центр комплексных наук о жизни и инженерии: А – планы этажей; Б – вид с авеню Содружества; В – вид с высоты птичьего полёта



Рис. 15. Центр комплексных наук о жизни и инженерии: А - общий вид; Б – лаборатория общего типа; В, Г – зоны контактов и перемещений и виртуальные лаборатории

пространства для различных научных дисциплин и их адаптируемость к перспективным изменениям. Компактное девятиэтажное академическое здание занимает видное место на узком городском участке вдоль бостонской авеню Содружества (рис. 14, 15). В нём воплощена идея, что сотрудничество происходит везде – в коридорах, за рабочими столами и в лабораториях. В отличие от общепринятой практики, основные инженерно-технические помещения центра расположены не на крыше и не под землей (где они могут быть подвержены затоплению), а на втором и третьем уровнях. Оттуда инженерные сети эффективно распределяются по лабораторным этажам; в помещениях подводки скрыты за подшивными потолками. С лабораторных этажей открывается широкий вид на город и реку. Каждый этаж зонирован для размещения лабораторий с низким, средним и высоким энергопотреблением. Во многих местах рабочие помещения отделены прозрачными перегородками от зон передвижения и контактов. Все эти приёмы позволяют легко перемещаться из вычислительных лабораторий и офисов в помещения с высокой энергоемкостью программ, расширяя на каждом этаже возможности для междисциплинарного сотрудничества. В облицовке здания используются большие бетонные ребра и панели, армированные стекловолокном, что создаёт впечатляющий визуальный эффект – обманчиво простой, одновременно кристально-прозрачный и бесстрастно непрозрачный. Применённые в проекте меры пассивного энергодизайна обеспечивают снижение энергопотребления на 72% по сравнению с базовым показателем 2030 года. Объект удостоен наград в 2017–2019 годах, имеет золотой сертификат LEED.

[8] https://www.payette.com/project/bucilse/

Лаборатория Медицинской школы Кремлен-Бисетр [2022; Kremlin-Bicetre, Париж; г., арх. бюро «ПАРГАД» (PARGADE Architecte)][9] – семиэтажное здание площадью 7100 кв. м, построенное на склоне в границах кампуса Медицинского факультета (рис. 16). Открытый к городу объект воплощает стремление стать центром передового опыта в области исследований и образования, приглашая студентов, исследователей и медицинских специалистов к инновациям и сотрудничеству. Дизайн здания – многогранник с округлыми углами – гармонирует с существующим архитектурным ландшафтом кампуса. Эффективность и функциональность – приоритет планировки лабораторного здания. Его обусловленная формой участка геометрия способствует проникновению естественного света и оптимизирует пространственную организацию. Шесть одинаковых лабораторных и офисных модулей размещены по периметру здания, центральные обслуживающие помещения и блок вертикальных коммуникаций обеспечивают лёгкую достижимость всех подразделений и их будущую трансформацию[10]. В основе пространственного решения лежит стремление повысить комфорт и качество исследовательского труда. В центре каждого рабочего модуля – общие пространства для отдыха и контактов. Расположение главного входа обеспечивает лёгкий доступ к учебным и исследовательским помещениям; внутренний двор служит общественным центром взаимодействия. Дизайн здания, откуда открываются панорамные виды на Париж и его пригороды, охватывает и скульптурную эстетику формы и материалов. Перфорированные алюминиевые элементы ограждения отражают ритм и ландшафт участка. Техническое оборудование сгруппировано на кровле. Как символ прогресса и инноваций здание Лаборатории Медицинской школы воплощает перспективы научных исследований и образования.

[9] https://archirro.com/healthcare/elevating-research-and-education-the-kremlin-bicetre-medical-school-laboratories/

[10] https://www.metalocus.es/en/news/extension-faculty-medicine-kremlin-bicetre-university-hospital-pargade-architectes



Рис. 16. Лаборатория Медицинской школы Kremlin-Bicetre: А, Е – общий вид здания; Б – интерьер лаборатории; В – план рабочего этажа; Г – аэрофотосъёмка; Д – разрез по зданиям кампуса

***

Итак, на создание объектов естественнонаучного направления исследований определяющее влияние оказывают происходящие процессы трансформации как в самой науке, так и в природе и обществе; это отражается в ряде положений и приёмов проектирования объектов для науки. Они развиваются и дополняются в соответствии с настоятельными требованиями времени.

Расширение процессов междисциплинарности научных исследований и взаимопроникновение наук, возрастающие скорости появления новых технологий, внедрение высокотехнологичных инноваций – всё это увеличивает разнообразие и гибкость проектных решений – функциональных, архитектурных, конструктивных.

Требования универсальности, унификации, гибкости и трансформируемости исследовательского пространства дополняются необходимыми мерами по достижению природосбережения и экологичности решений, экономии ресурсов и энергии, приспособления ко всё убыстряющимся изменениям климата, природы, общества – в результате этого получили развитие приёмы «пассивного энергодизайна».

Рост потребностей в межличностных контактах, рекламе и просвещении, растущие требования к информационному обеспечению, сохранению «ноу-хау», комфорту и безопасности рабочей среды привёл к тому, что устойчивость решений современных научных зданий необходимо дополняется приёмами «социального инжиниринга», имеющими целью повышение эффективности научного процесса и обеспечение комфорта и безопасности труда.

В максимальной степени отработанные современные подходы к проектированию зданий научного назначения применяются, как правило, при создании таких объектов как теоретические и виртуальные лаборатории, офисы, лаборатории общего типа. Специальные и/или уникальные научные объекты часто требуют индивидуальных приёмов проектирования.

Во всех случаях проявляется понимание архитектуры научно-исследовательских пространств как сложного баланса между жёсткой функциональной необходимостью и архитектурным выбором, между унификацией и индивидуализацией, где форма не просто следует за функцией, но и активно формирует среду для научного творчества. В создании всё более разнообразных проектных решений сами научные комплексы часто являются площадками создания и апробации тех или иных новых технологий и способствуют развитию прогрессивных приемов устойчивой архитектуры.

Список источников / References

1. *Дианова-Клокова, И.В.* Пространство инноваций – между наукой и производством. Взгляд архитектора / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. EDN: RUQTRZ // Academia. Архитектура и строительство. 2013. № 4. С. 21–41.

Dianova-Klokova I.V. Metanyev D.A. Space of Innovation – between Science and Industry. The Architectural Point of

VIEW. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2013, no. 4, pp. 21–41. EDN: RUQTRZ. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. *Дианова-Клокова, И.В.* Академическая наука в России в XVIII–XX веках и эволюция пространства для исследований / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. EDN: ZIOEYJ // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 3. С. 5–16.

Dianova-Klokova, I.V. Academic Science in Russia in XVIII-XX Centuries and the Evolution of Space for Research. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2017, no. 3, pp. 5–16. EDN: ZIOEYJ. (In Russ., abstr. in Engl.)

3. Архитектура научных комплексов // Архитектура СССР. 1976. № 2. С. 18–51.

Architecture of Scientific Complexes. In: *Arkhitektura SSSR*, 1976, no. 2, pp. 18–51. (In Russ.)

4. *Crosbie, M.J.* Architecture for Science / M.J. Crosbie. Mulgrave, Victoria, Australia : The Images Publishing Group, 2004. 207 p. ISBN 1920744649.

Crosbie, M.J. Architecture for Science. Mulgrave, Victoria, Australia, The Images Publishing Group, 2004, 207 p. ISBN 1920744649. (In Engl.)

5. *Griffin, B.* Laboratory Design Guide / B. Griffin ; 3rd ed. DOI: 10.4324/9780080496023. Oxford : Elsevier Architectural Press, 2005. ISBN 978-0-08-049602-3.

Griffin B. Laboratory Design Guide, 3rd ed. Oxford, Elsevier Architectural Press, 2005. DOI: 10.4324/9780080496023. ISBN 978-0-08-049602-3. (In Engl.)

6. *Метаньев, Д.А.* Модульная координация элементов и регулирование застройки / Д.А. Метаньев, Ю.П. Платонов, А.И. Томский // Научный центр. Модели развития : НИЦ, НИИ, НИЛ. М., 1977. С. 30–42.

Metanyev D.A., Platonov Yu.P., Tomsky A.I. Modular Coordination of Elements and Development Regulation. In: *Scientific Center. Development Models: NITs, SRI, NIL*. Moscow, 1977, pp. 30–42. (In Russ.)

7. *Дианова-Клокова, И.В.* Инновационные научно-производственные комплексы. Вопросы архитектурного проектирования / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Хрусталев Д.А. М. : УРСС, 2012. 186 с.

Dianova-Klokova I.V., Metanyev D.A., Khrustalev D.A. Innovative Research and Production Complexes. Issues of Architectural Design. Moscow, URSS Publ., 2012, 186 p. (In Russ.)

8. *Khrustalev, D.A.* Changes and the Principle of Assessment of Readiness for Changes in the Life Cycle of Buildings / D.A. Khrustalev. DOI 10.22227/1997-0935.2023.8.1201-1211. EDN: NMJJYY // Vestnik MGSU. 2023. Vol. 18, №. 8. P. 1201–1211.

Khrustalev D.A. Changes and the Principle of Assessment of Readiness for Changes in the Life Cycle of Buildings. In: *Vestnik MGSU*. 2023. Vol. 18, no 8, pp. 1201–1211. DOI 10.22227/1997-0935.2023.8.1201-1211. EDN: NMJJYY. (In Engl., abstr. in Russ.)

9. Design for Research: Principles of Laboratory Architecture / ed. by S. Braybrooke, 1998.

Braybrooke S. (ed.). Design for Research: Principles of Laboratory Architecture, 1998. (In Engl.)

10. *Есаулов, Г.В.* Фундаментальные исследования РААСН в стратегии развития и инновационных технологиях / Г. В. Есаулов. EDN: RCLPIV // Градостроительство. 2011. № 4 (14). С. 10–15.

Esaulov G.V. Fundamental Research of Raabs in the Development Strategy and Innovation Technologies. In: *City and Town Planning*, 2011, no. 4 (14), P. 10–15. EDN RCLPIV. (In Russ., abstr. in Engl.)

11. Дианова-Клокова, И.В. К вопросу об устойчивом развитии инновационных научно-производственных комплексов / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. EDN: SXSXUH // Academia. Архитектура и строительство. 2014. № 3. С. 15–28. .

Dianova-Klokova I.V., Metanyev D.A. On the Sustainable Development of Scientific and Production Complexes. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2014, no. 3, pp. 15–28. EDN SXSXUH. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. Есаулов, Г.В. Экологическая архитектура высоких технологий / Г.В. Есаулов. EDN IJVYZG // Экологически ориентированная архитектура высоких технологий : пленарные доклады и тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 24–25 ноября 2022 года. М. : Московский архитектурный институт (государственная академия), 2022. С. 8–14.

Esaulov G.V. Ecological Architecture of High Technologies. In: *Ecologically Oriented Architecture of High Technologies, plenary reports and abstracts of reports of the All-Russian scientific and practical conference*, Moscow, November 24–25, 2022. Moscow, Moscow Architectural Institute (State Academy), 2022, pp. 8–14. EDN IJVYZG. (In Russ.)

13. *Баданова, В.Д.* Сравнение конструктивных сеток опор научно-производственных и исследовательских пространств научно-естественных профилей // Материалы международной научно-практической конференции «Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ» : Сборник статей. 7–11 апреля 2025 г. : Т. 1». М. : МАРХИ, 2025. С. 332–335.

Badanova, V.D. Comparison of Structural Grids of Supports of Scientific-Industrial and Research Spaces of Scientific and Natural Profiles. In: *Science, Education and Experimental Design*, Proceedings of MARCHI, Materials of the international scientific and practical conference, Collection of articles. April 7–11, 2025, Vol. 1. Moscow, MARCHI, 2025, pp. 332–335. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 146–159.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 146–159.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 692:725
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-146-159

Конструкции жилых и общественных зданий: ретроспективный анализ и современные тенденции

Травуш Владимир Ильич (Москва). Доктор технических наук, профессор, академик РААСН. Российская академия архитектуры и строительных наук; Городской проектный институт жилых и общественных зданий («Горпроект»). Эл. почта: travush@mail.ru

Колчунов Виталий Иванович (Москва). Доктор технических наук, профессор, академик РААСН. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Эл. почта: asiorel@mail.ru

Аннотация. В статье приводится ретроспективный анализ конструктивных систем жилых и общественных зданий из железобетона, металла и дерева, получивших применение в последние два-три десятилетия в России и других странах и которые в разной степени направлены на решение проблем безопасности в условиях современных вызовов. Показано, что строительство зданий из индустриальных элементов заводской готовности, в первую очередь – сборного железобетона, является наиболее эффективным видом строительства не только в России, но и во многих стран мира. Это постоянно подтверждается многолетней и современной практикой. На сегодняшний день доля строительства из сборного железобетона постоянно увеличивается. В то же время установлено, что наиболее распространённые типы индустриальных конструктивных систем, применяемых в массовом строительстве, далеко не однозначно позволяют решать задачи безопасности, экономичности, качества и сокращение сроков строительства объектов. Среди разработанных индустриальных конструктивных систем нового поколения высокую защищённость от прогрессирующего обрушения при сейсмических и особых воздействиях обладают монолитные и сборно-монолитные конструкции рамно-связевых каркасов зданий.

Ключевые слова: конструктивные системы, жилые здания, индустриальное домостроение, безопасность, технико-экономическая эффективность

Для цитирования: Травуш В.И., Колчунов В.И. Конструкции жилых и общественных зданий: ретроспективный анализ и современные тенденции // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 146–159. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-146-159.

Structures of Residential and Public Buildings: A Retrospective Analysis and Current Trends

Travush Vladimir I. (Moscow). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Academician of RAACS. City Design Institute of Residential and Public Buildings ("Gorproekt"). E-mail: travush@mail.ru

Kolchunov Vitaly I. (Moscow). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Academician of RAACS. Moscow State University of Civil Engineering (National Research University). E-mail: asiorel@mail.ru

Abstract. The paper presents a retrospective analysis of structural systems for residential and public buildings made of reinforced concrete, steel, and timber that have been employed over the past two to three decades in Russia and other countries, and which are aimed, to varying degrees, at addressing safety challenges under modern threats. It is demonstrated that the construction of buildings using prefabricated factory-made elements, primarily precast reinforced concrete, represents the most efficient construction approach not only in Russia but also in many countries worldwide. This is consistently corroborated by both long-

© Травуш В.И., Колчунов В.И., 2026.

standing and recent practice. Currently, the share of precast reinforced concrete construction is steadily increasing. At the same time, it has been established that the most widespread types of industrialized structural systems used in mass construction are far from unambiguous in enabling solutions to issues of safety, cost-effectiveness, quality, and reduced construction timelines. Among the newly developed industrialized structural systems, monolithic and hybrid precast-in-situ concrete structures of frame-and-braced building skeletons offer a high degree of protection against progressive collapse under seismic and other extreme loading conditions.

Keywords: structural systems, residential buildings, industrialized building construction, safety, technical and economic efficiency

For citation: Travush V.I., Kolchunov V.I. Structures of Residential and Public Buildings: A Retrospective Analysis and Current Trends. In: *Academia. Architecture and Construction*. 2026, no. 3, pp. 146–159, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-146-159.

«Ничто не исчезает из старого – всё развивается,
и новая жизнь наплывает на старые обломки»
Иоганн Вольфганг фон Гёте

Введение

Для того, чтобы оценить объёмы ежегодного строительства жилья и состояние возможностей строительной отрасли заглянем в недавнее прошлое: 110 лет назад 80% населения нашей страны жило в сельской местности в собственных малоэтажных деревянных избах; городской жилищный фонд России составлял около 200 млн кв. м (особняки, доходные дома); значительную часть составляли казармы, подвалы, коечные помещения. Бурный рост городского населения после революции 1917 года привёл к жилищному кризису, особенно остро ощущавшемуся в крупных городах страны. Так, численность населения Москвы с 1923 по 1929 год выросла в полтора раза.

Вариант с малоэтажным жильём в условиях города оказался неэффективным, концепция домов-коммун довольно быстро показала свою несостоятельность. А.В. Щусев определил главные строительные задачи: «техника, экономика и гигиена». Строительство удешевляли всеми возможными способами, планировки квартир прекрасно подходили для покомнатного расселения. В 1930-е годы в городах строилось небольшое количество элитных кирпичных «сталинских» домов и в основном дома под коммунальное заселение. К сожалению, продолжалось строительство бараков. Даже в Москве в 1938 году уже было 5,2 тысячи бараков.

Перед государством стояла задача организации массового строительства жилья. Без перехода на индустриальное производство домов эта задача была неразрешима. Активный поиск идей для заводского изготовления жилья нового типа начался в первые же годы советской власти. В 1930 году в статье «Город отдыха и социалистического быта» новатор и изобретатель архитектор Николай Александрович Ладовский писал: «Мы убеждены, что, например, подобие конструкции кузова лимузина, переработанной соответствующим образом для постоянного жилья, сможет быть изготовлено на заводе Автостроя и легко оттуда доставлено на постройку. В сочетании с несущим статическим каркасом это разрешит вопросы многоэтажного стандартного строительства, до сих пор не решённые в технике. На основе этих общих данных могут быть запроектированы корпуса по специальным заданиям… Архитектура сооружения может быть весьма разнообразна по мере увеличения размеров сооружения». Так Н. Ладовский определил идею индустриального строительства жилья, осуществляемую и у нас, и во многих странах мира.

С тех пор большинство стран мира, и, в частности Россия, уже более века испытывают дефицит жилых площадей. На протяжении этого времени, страны стремятся решить эту проблему различными способами, стараясь увеличить скорость строительства и доступность для населения. В середине XX века технический прогресс позволил поэтапно максимально укрупнить строительные элементы зданий, что привело к созданию новых индустриальных строительных систем и повышению темпов ввода жилья в разы. Тем не менее в последние два-три десятилетия эти технологии строительства вновь становятся востребованными. Существующие сегодня индустриальные технологии строительства видятся перспективными многим зарубежным архитекторам, строителям и инвесторам, наряду с другими традиционными способами разрешения жилищного кризиса с учётом современных требований по архитектуре и дизайну, комфорту и функциональности, энергоэффективности и экологичности. Вопросы сокращения издержек, сроков реализации проектов и стоимости сегодня более чем актуальны для строительных компаний и всё чаще находят своё отражение, в том числе в современном строительстве. В связи с этим уместно обратить внимание на конструктивные системы для жилых и общественных зданий из индустриальных элементов как один из способов решения проблемы нехватки новых и расселения ветхих жилых площадей. Так, например, в Республике Беларусь, странах Скандинавии жилые и гражданские здания массового строительства на 80-90 % в настоящее время возводятся из индустриально производимых конструкций [1–4].

В этом контексте давно доказано, что строительство зданий из элементов заводской готовности, в первую очередь – сборного и сборно-монолитного железобетона, является наиболее эффективным видом строительства в любом регионе страны. Созданная в СССР система типового проектирования, производства и строительства зданий из сборного железобетона в современных условиях была разрушена, а без неё ускорение, удешевление и улучшение качества строительства стали трудно осуществимой задачей. Назрела необходимость её восстановления в новой парадигме модульного строительства для реализации Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года[1] и, соответственно, увеличения доли индустриального домостроения к 2035-му году до 75%.

Это подтверждается и современной практикой строительства. На сегодняшний день доля строительства из сборного и сборно-монолитного железобетона и индустриальных модулей постоянно увеличивается. Особенно быстрыми темпами увеличивается строительство из лёгких конструкционных бетонов [5]. И это мировая тенденция. Без индустриального домостроения ни одна страна в Европе (а теперь это и в Азии) не решает в настоящее время задачу массового жилищного строительства. В Китае действуют более 10000 заводов сборного железобетона, работающих главным образом на строительство жилья [6]. По объёмам жилищного строительства Китай вышел на показатель 1,0-1,2 кв. м жилья на человека в год. Очень высокие показатели применения панельного, в том числе в модульном исполнении, домостроения в Германии, Франции, Италии и особенно в скандинавских странах. Так, в Германии ежегодно производится 32 млн куб. м [7] сборного железобетона, В Италии сборного железобетона – порядка 40 млн куб. м [8]. Сложно согласиться с бытующим в публикациях мнением о доминирующем применении в зарубежном строительстве монолитного бетона и железобетона.

В настоящее время в России в среднем на одного человека приходится 25,6 кв. м, что меньше среднедушевых показателей обеспеченности жильём в Европе и США (40-70 кв. м на человека). Жилья в стране, в пересчёте от общего объёма, вводится примерно 0,43-0,45 кв. м на человека в год. При этом изменилась его структура: например, в Москве 80% жилья – это однокомнатные квартиры и студии, а средняя площадь строящихся квартир составляет 45 кв. м. Ежегодно растёт объём аварийного жилого фонда. Согласно национальным целям, предусмотренным Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309[3], на каждого россиянина должно приходиться не менее 33 кв. м общей площади жилья к 2030 году. К 2036 году показатель должен увеличиться до 38 кв.м.

В представленной статье приводится в ретроспективе анализ конструктивных систем из различных материалов для жилых и общественных зданий, получивших применение в последние два-три десятилетия с позиций их безопасности, трудозатрат и скорости возведения.

Возвращаясь к истории, можно отметить, что первый жилой дом первого соцгорода Магнитогорска, был построен по проекту архитектора С.Е. Чернышёва, ставшего впоследствии главным архитектором Москвы (рис. 1).

Поиск технологий привёл к панельному домостроению и за рубежом. В 1948 году французский инженер Раймон Камю [9] получил патент на разработку «Процесс строительства», которая произвела революцию в строительной отрасли (рис. 2). Система допускала набор строительных изделий, необходимых для трёх типов домов без возможности перестройки производства к выпуску новых изделий. Существовало даже мнение о необходимости создания единого типа дома для всей территории страны. В результате конструктивно-технологических разработок появились первые типовые проекты крупнопанельных жилых домов с узким шагом несущих стен, для которых разрабатывались номенклатура изделий, формы и технологические линии, где изготавливались изделия только разработанных проектов. Внедрялась так называемая «закрытая» схема типизации.

В Москве первый панельный дом был запроектирован в институте строительной техники Академии архитектуры СССР под руководством архитектора В.И. Богомолова и инженера Г.Ф. Кузнецова. Первый панельный дом в Москве – четырёхэтажное здание со стальной каркасной конструкцией и лёгкими панелями, появился в 1948 году. Уже в следующем году на Хорошёвском шоссе архитекторы М.В. Посохин и А.А.

[1] http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf

[2] Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

[3] «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» (http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542).



Рис. 1[2]. Жилой дом в Магнитогорске. Архитектор С.Е. Чернышёв. 1930 год



Рис. 2. Дома системы Камю. Гавр, Франция



Рис. 3. Первый крупнопанельный дом в Черёмушках. Москва. 1956 год

Мдоянц совместно с инженером В.П. Лагутенко построили восемь четырёхэтажных каркасных панельных жилых дома, причём панели для этих домов изготавливали прямо на стройплощадке. Важнее всего оказались сроки – панельные дома строили за 90-100 дней, в то время как на кирпичный дом уходило по году.

С 1959 по 1962 год в стране было создано 200 ДСК, а в 1982 году у нас работал уже 471 комбинат с производительностью 58,4 млн кв. м жилья в год. Были разработаны три технологические схемы изготовления конструкций: конвейерная, поточно-агрегатная и стендовая технологии.

История массового строительства панельных домов началась в 1956 году с опытно-показательного 9-го квартала Новых Черёмушек. Первый четырёхэтажный дом по ул. Гримау, 16 существует до сих пор – уже 70 лет (рис. 3). Всего в этом доме четыре подъезда и 64 квартиры: однокомнатные, двухкомнатные и трёхкомнатные. Все окна выходят на одну сторону. Площадь кухонь составляет от 5,1 до 5,3 кв. м, площадь комнат – 10-11 и 17 кв. м. Санузлы совмещённые. Высота потолков 2,48 метра. За первые семь7 лет жилищный фонд СССР увеличился на 544 млн кв. м.

Начиная с середины 1960-х годов, в процесс разработки типовых проектов начали активнее включаться архитекторы. Появились дома с улучшенными архитектурно-планировочными решениями. В состав серий начали входить проекты общежитий, домов гостиничного типа, а также девятиэтажные точечные дома. В разработанном климатическом зонировании территории СССР были выделены климатические зоны, для которых была рекомендована разработка серий типовых проектов, учитывающих местные условия строительства. Началось внедрение блок-секционного метода строительства, обеспечивающего на основе внутрисерийной унификации изделий определённое разнообразие жилой застройки за счёт применения различных типов блок-секций (рядовых, торцевых, угловых). В тот же период проводилась кооперация заводов КПД, выпускающих разные конструктивные элементы зданий: наружные и внутренние стены, перекрытия, лестничные марши, санитарные кабины и другие изделия. Все элементы объединялись на строительной площадке, и в результате кооперации возводились жилые дома. Появились панельные дома с улучшенными планировками: квартиры стали просторнее (рис. 4), потолки – выше. Среднестатистический панельный дом имеет уже не пять, а девять этажей. Современная серия панельных домов П-44 позволяет возводить 17-этажные дома с трёхкомнатными квартирами и потолками высотой 2,64 м. Усовершенствованные серии П-44Т (до 25этажей), и П-44К (до 17 этажей) имеют наружные трёхслойные панели толщиной 300 мм, высота потолков – 2,7 м. Внешняя панель серии П-44Т своей повышенной теплоизоляцией превосходит кирпичную кладку. Долговечность домов составляет сто лет.

С середины 1970-х годов в стране стали больше работать над повышением архитектурных и эксплуатационных качеств жилища. В этот период важным шагом явилась разработка общесоюзного каталога индустриальных изделий, который создавал возможность проведения их межсерийных унификаций, что обеспечивало возможность перехода к «открытой» системе типизации. За рубежом одной из известных фирм, занимающихся «открытой» системой типизации крупнопанельных жилых домов, являлась датская фирма «Ларсен-Нильсен» [10]. Эта фирма разрабатывала проекты жилых домов на базе модульной координации, основанной на модульной сетке 0,60×0,60 м, и унифицированных планировочных элементах. До 90-х годов XX века шло постоянное совершенствование КПД. Однако не сложно заметить, что прорывных в конструктивном отношении решений практически не было. С начала второго десятилетия двухтысячных годов стали появляться первые предприятия, которые начали проводить серьёзные реконструкции с применением, в основном, импортных технологий и оборудования, чаще всего немецкого и финского производства. Меняются конструктивные решения зданий, когда первые этажи для общественных помещений выполняются из каркасных конструкций, а этажи выше возводятся из крупнопанельных конструкций. Современное высокотехнологическое оборудование позволило относительно быстро переходить на производство различных типоразмеров сборных железобетонных элементов. Этому, несомненно, способствовали государственные программы и сложившаяся разница в ценах по сравнению с монолитными и кирпичными домами. Но, несмотря на проведённую реконструкцию предприятий стройиндустрии и широкие



Рис. 4. Дом-кольцо в Москве. 1972 год



Рис. 5. Крупнопанельные дома в микрорайоне «Северный». Город Курск

возможности в производстве различной номенклатуры изделий с использованием новых технологий, конструктивные решения, архитектурный облик и основные недостатки панельных зданий принципиально практически не изменились (рис. 5). Среди тех же недостатков можно назвать жёсткие планировочные решения без возможности изменения, ограничения по высоте помещений, невозможность или очень ограниченное применение для строительства общественных зданий, жёсткую привязанность технологического оборудования под номенклатуру выпускаемой продукции, а главное – незащищённость панельных зданий от прогрессирующего обрушения при особых воздействиях.

Наряду с крупнопанельным домостроением в СССР впервые в мире было разработано и внедрено объёмно-блочное домостроение. Возведение зданий и сооружений с применением объёмных блоков в нашей стране осуществляется с начала 1960-х годов. Этому способствовала проводимая уже тогда в области строительства техническая политика модульного строительства [11; 12]. В 1985 году после ряда научных работ под руководством С.В. Николаева были разработаны «Рекомендации по проектированию, производству и возведению зданий из железобетонных объёмных блоков».

Технологическая сущность современного крупноблочного метода заключается в проектировании и изготовлении на специализированных предприятиях пространственных модулей – блоков, обладающих высокой степенью технической и эксплуатационной готовности (рис. 6). Эти модули, интегрирующие в своей конструкции несущие и ограждающие функции, элементы отделки, а зачастую и фрагменты инженерно-технических систем, формируют основу для скоростного монтажа зданий и сооружений непосредственно на подготовленной строительной площадке.

Каркасы из таких конструктивных модулей обладают ещё одним важнейшим достоинством. Они позволяют обеспечивать механическую безопасность конструктивных систем не только в условиях сейсмики, при особых и аварийных воздействиях. Первые практические работы в области объёмно-блочного домостроения начались с изготовления объёмных санитарно-технических кабин. В дальнейшем были разработаны качественно новые конструкции зданий из объёмно-пространственных элементов (блоков): блок-комнат, блоков на ширину здания и блок-квартир.

Особого внимания заслуживает опыт компании «МонАрх» [11], которая является инициатором проектирования и возведения домов из железобетонных крупногабаритных модулей (КГМ) нового поколения. Наибольший эффект, проявляющийся в значительном сокращении сроков СМР и в обеспечении высокого качества, достигается при степени заводской готовности, доходящей для модулей квартир до 95-98% и для модулей мест общего пользования – 90-95% (см. рис. 6). Завод изготавливает готовые блоки из лёгкого бетона класса В65 с объёмным весом 1850-1950 кг/куб. м. По статистическим данным компании «МонАрх», скорость монтажа одной блок-секции – 1 этаж в сутки, соответственно скорость возведения 14-20-этажной секции не превышает четырёх недель (рис. 7). Рассматриваемый тип зданий в наибольшей степени позволяет создать на заводе законченную ячейку [11], которую на площадке остаётся только установить в проектное положение и подключить к внешним коммуникациям, что составляет 15-20% общих трудозатрат на возведение здания. Поэтому блочная схема в наибольшей степени соответствует основному принципу объёмно-блочного домостроения – существенному перераспределению трудозатрат в сферу заводского производства при одновременном общем их снижении на строительной площадке. Это приводит к значительному сокращению сроков строительства. В СССР действовало около двадцати предприятий по производству объёмных блоков (ОБД) для эффективного и самого быстрого строительства жилья.

В настоящее время в стране создана инновационная технология производства объёмных железобетонных блоков с использованием стапельного метода [12], которая обеспечивает высокую гибкость квартирографии, позволяя индустриальным методом создавать разнообразные планировочные решения в рамках сборно-монолитного домостроения. Несмотря на это, такой вид строительства по разным причинам остаётся недостаточно востребованным. В России имеется



Рис. 6. Готовые изделия из лёгкого бетона класса В65 Y = 1850-1950 кг/м³



Рис. 7. Монтаж железобетонных крупногабаритных модулей (КГМ) «МонАрх»

лишь два завода в Краснодарском крае, по одному в Москве (см. рис. 2) и Воронеже.

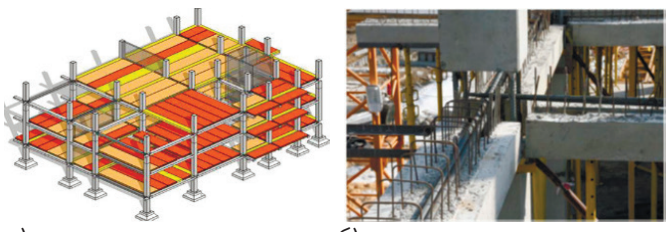
Несмотря на ряд отмеченных достоинств крупноблочного модульного строительства, в нём остаётся и ряд существенных недостатков: это и очень жёсткие планировочные решения без возможности изменения, невозможность применения таких конструктивных систем для строительства общественных зданий, сложное индивидуальное заводское технологическое оборудование, применение специальной тяжёлой техники для перевозки и монтажа блоков и др.

Конъюнктура рынка непрерывно меняется. Сегодня более 50% возводимого жилья составляет малоэтажное и индивидуальное строительство. На рынке всё более востребованы малые мобильные индустриальные производства конструкций домов. На комплексе оборудования «Мини-ДСК» мощностью 15 тыс. кв. м общей площади зданий в год можно выпускать продукцию различного назначения (сваи, плиты, перемычки, колонны, ригели и др.). При строительстве новых коттеджных посёлков общей площадью 30-100 тыс. кв. м мобильные производства разворачиваются за месяц.

К отдельному достаточно массовому типу конструкций зданий можно отнести сборно-монолитные конструкции (СМК). Самым ярким представителем этого типа в России стали технические решения, разработанные французской фирмой PPB SARET [13]. Внедрение и широкое развитие в России СМК под названием «РЕКОН» [14] началось в 1993 году на Чебоксарском ДСК. Основными конструктивными элементами каркаса по технологии «РЕКОН» являются (рис. 8): сборные колонны сечением 400×400 мм, сборно-монолитные ригели, сборно-монолитное перекрытие, состоящее из сборных плит – несъемной опалубки, и монолитного перекрытия. Колонны каркаса соединяются в так называемый штепсельный стык. Сечения ригелей могут варьироваться в диапазоне от 200 до 600 мм в зависимости от воздействующих на перекрытие нагрузок. Стыки колонн и ригелей соединяются бессварным методом. Для этого в конструкции колонны при её изготовлении оставляется пустое пространство, куда заходит ригель и которое заделывается после монтажа бетоном. Высота возводимых зданий с конструктивной системой «РЕКОН» может достигать 40 этажей. Уже в 1995 году, несмотря на остановку многих ДСК и падения производства КПД, благодаря своим конкурентным преимуществам технология СМК быстро получила признание на территории России и стран СНГ. Этому во многом способствовало создание мощной производственной структуры в составе машиностроительных предприятий по выпуску технологического оборудования для модернизации заводов ЖБИ, а также подразделений по проектированию и строительству зданий различного назначения с использованием технологии СМК. Технология СМК стала одной из востребованных на строительном рынке России. С использованием технологии СМК построены сотни объектов различного назначения более чем в 50-ти субъектах РФ, введено в эксплуатацию 60 линий на различных заводах ЖБИ в России (рис. 8). Конструкции рассматриваемого типа отличаются высокой скоростью монтажа здания, возможностью круглогодичного строительства, экономичностью по сравнению с монолитным или кирпичным зданием и высоким качеством отделываемых поверхностей железобетонных изделий. В то же время эти конструктивные эти системы имеют более трудоёмкое строительство по сравнению с объёмно-блочным (ОБД), требуется большое количество вспомогательного монтажного оборудования, большое количество монолитных работ по сравнению с КПД и ОБД, их применение ограничено только несейсмическими районами.

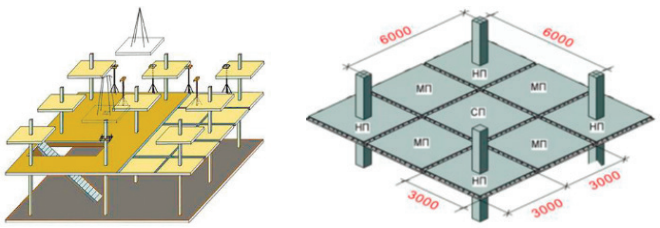
Применение в отрасли получили и каркасные здания так называемой системы КУБ [13]. Эта система представляет собой сборно-монолитный безригельный каркас, состоящий из плоских панелей перекрытий и вертикальных колонн (рис. 9). К основным достоинствам безригельных каркасов системы КУБ относятся относительно высокая скорость монтажа здания, круглосуточная и круглогодичная возможность строительства, высокое качество отделываемых поверхностей железобетонных изделий. В то же время каркасы этой системы более трудоёмки в строительстве по сравнению с КПД и ОБД. Они требуют большого количества вспомогательного монтажного оборудования.

В сборных и сборно-монолитных каркасных многоэтажных зданиях самым важным элементом является узел сопряжения «колонна-ригель». Данный узел постоянно изменяется и совершенствуется во многих системах каркасных зданий. Постоянный поиск конструкторами наиболее удобного по всем параметрам принципа конструирования узла «колонна-ригель» создаёт большое разнообразие вариантов технических и технологических решений. В подавляющем количестве



а) б)

Рис. 8. Конструктивная схема здания по технологии «РЕКОН»: а) схема каркаса; б) общий вид узла сопряжения «ригель-колонна»



а) б)

Рис. 9. Система «КУБ»: а) общий вид; б) диск перекрытия конструктивной системы КУБ 2,5

требуется применение большого количества монтажных приспособлений для поддержания ригеля в проектном положении до требуемого набора прочности бетоном в замоноличенном узле, что ведёт к значительным трудозатратам по их установке, демонтажу, перемещению и содержанию. Кроме того, некоторые узлы сопряжения «колонна-ригель» материалоёмкие, трудны в техническом исполнении на заводе ЖБИ и в условиях строительной площадки.

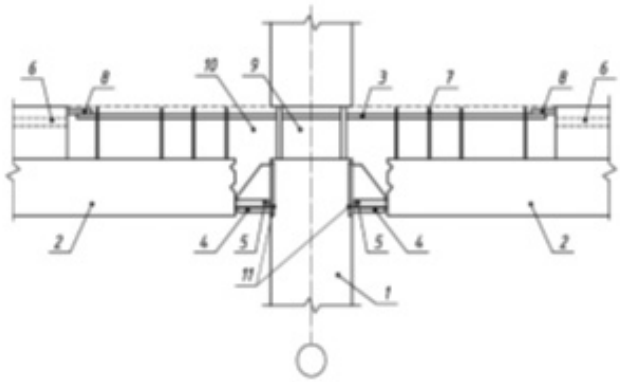
Среди наиболее эффективных конструктивных систем, в том числе для строительства зданий в сейсмических районах страны и обеспечения требований защиты от прогрессирующего обрушения при особых воздействиях, можно отметить сборно-монолитные рамно-связевые конструктивные системы нового поколения.

Система РКД – рамно-связевый каркас с диафрагмами [3]. Это система строительства многоэтажных зданий разработана ООО «ВСКБ им. А.А. Якушева» (Иркутск) как для сейсмически опасных районов (7-9 баллов), так и для несейсмических. Система РКД предназначена для применения в строительстве многоэтажных жилых домов, школ, детских садов, торговых центров и других общественных и вспомогательных зданий, промышленных предприятий, многоэтажных паркингов и т.п. Каркас вписывается практически в любые архитектурно-планировочные решения с возможностью свободной планировки помещений в любой период проектирования, строительства и эксплуатации.

Основой системы РКД (рис. 10) является решение узла сопряжения «колонна-ригель» и применение сборных железобетонных пустотных плит перекрытия без опалубочного формования. При этом современное технологическое оборудование позволяет производить несущие сборные железобетонные изделия (колонна, ригель, диафрагмы жёсткости) любой длины, высоты и конфигурации. Трёхэтажная колонна имеет отверстия, разделяющие её на отдельные участки с шагом на этаж. Через отверстия проходит верхняя арматура узла «колонна-ригель», расположенная на уровне верхней арматуры сборного железобетонного ригеля в месте максимальных изгибающих моментов жёсткого узла. Ригель переменного сечения по длине имеет выпуски арматуры из нижних торцевых граней и отверстие для пропуска верхней арматуры узла «колонна-ригель». Монтаж ригелей производится опиранием нижних выпусков арматуры ригеля на опорные конструкции колонн. Ригель имеет переменное поперечное сечение с двумя боковыми полками или одной для опирания плит перекрытия, либо без боковых полок. На расстоянии примерно 1/3-1/4 длины ригеля с каждой его стороны сечение ригеля меньше, чем в середине, имеющей полную высоту. При такой конструкции ригелей не требуются временные монтажные приспособления для фиксации конструкций перекрытия до набора проектной прочности бетона замоноличивания. Для жилых и общественных зданий каркасов этой системы разработаны эффективные трёхслойные стеновые панели с гибкими связями, которые поэтажно опираются на ригели каркаса и крепятся к колоннам Опыт внедрения системы РКД [3] по сравнению с монолитным строительством позволил снизить стоимость строительства минимум на 20%, сократить сроки строительства более чем в два раза, снизить расход арматуры минимум на 20%.

К сборно-монолитным каркасам нового поколения относится и конструктивная система из панельно-рамных элементов [15–17]. Эта система предлагается для создания рамно-связевых каркасов жилых и гражданских зданий с повышенной живучестью, обеспечивающих восприятие изменяющихся силовых потоков при особых и аварийных воздействиях. Несущими конструкциями каркаса здания являются панели-рамы, выполненные в виде железобетонных перевёрнутых П- или Н- и L-образных элементов (рис. 11), в нижней части стоек которых устраиваются сквозные проёмы.

а)



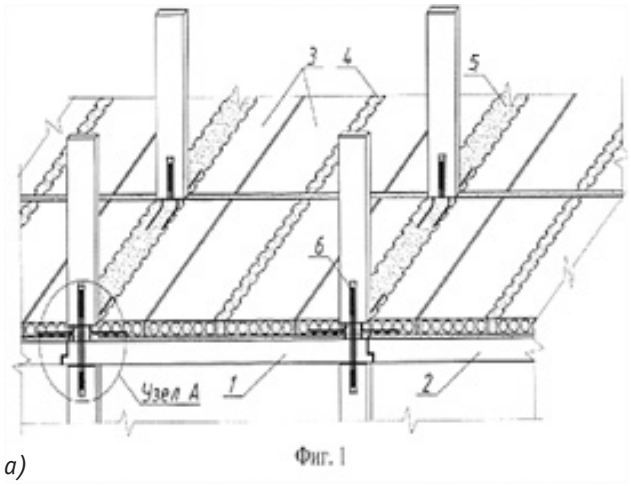
б)



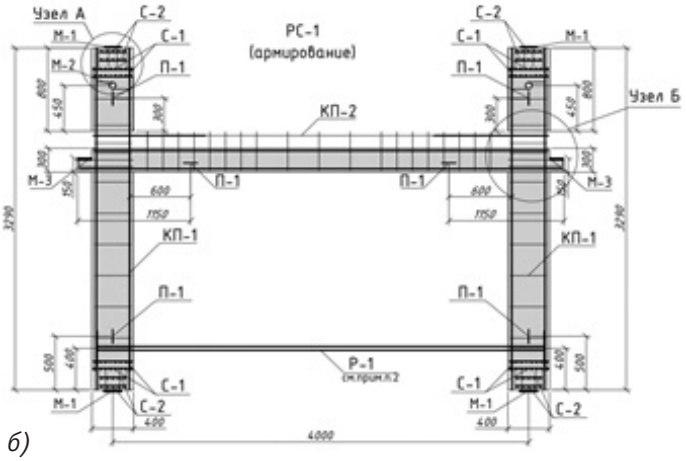
1 – сборная железобетонная колонна;
2 – сборный железобетонный ригель;
3 – верхняя арматура узла колонна-ригель;
4 – опорная конструкция колонны;
5 – выпуски арматуры из нижних торцевых граней ригелей;
6 – отверстие для пропуска верхней арматуры узла «колонна-ригель»;
7 – замкнутые вертикальные выпуски в пониженной части ригелей;
8 – верхние выпуски из торца средней части ригеля;
9 – отверстие в колонне;
10 – бетон замоноличивания,
11 – закладная деталь колонны

Рис. 10. Узел сопряжения «колонна-ригель» (источник: [3]): а) схема; б) общий вид

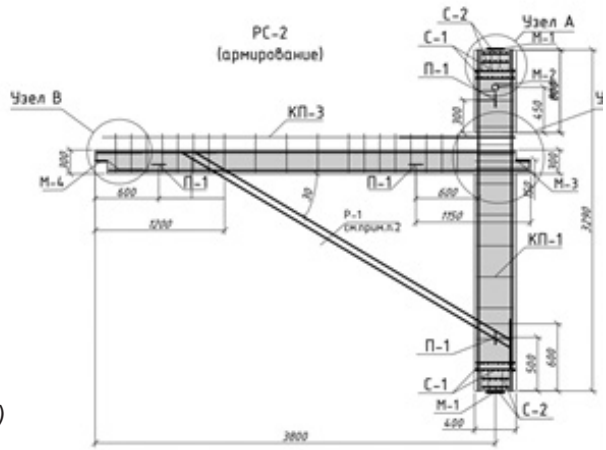
Ригель этих элементов имеет арматурные выпуски для создания в пространстве между торцами плит перекрытия монолитного участка ригеля. Многопустотные плиты опираются на сборную часть несущих ригелей панелей-рам. В продольном направлении панели-рамы соединены монолитными связевыми ригелями, устраиваемыми между стойками панелей-рам. В приопорной части стоек панелей-рам несущего и связевого ригелей, соединённых рабочей арматурой в проёме колонны, установлены арматурные стержни, которые отогнуты в монолитную часть арматурой этих ригелей. Эти стержни обеспечивают дополнительную защиту каркаса при особой расчётной ситуации – внезапном изменении направления силовых потоков от особого воздействия в виде удаления одной из стоек панели рамы. Проём в нижней зоне стоек рам выполнен на высоту, равную высоте многопустотных плит, а боковые поверхности и торцы плит, опирающиеся на сборную часть ригелей панельно-рамных элементов, имеют призматические шпонки. В процессе монтажа каркаса в верхней зоне ригелей рам над выпусками поперечной арматуры устанавливается продольная рабочая арматура ригелей, а армированное пространство между торцами плит перекрытия и в проёмах стоек замоноличивается бетоном, образуя тем самым во взаимно ортогональных направлениях жёсткую рамную систему. Соединение сборных L-образных и перевёрнутых П-образных конструктивных элементов между собой по высоте выполняется с помощью так называемого штепсельного стыка [16]. В сравнении с крупнопанельным остовом здания, имеющим жёсткую объёмно-планировочную структуру, предлагаемый каркас здания позволяет обеспечить различные варианты объёмно-планировочных решений для жилых и общественных зданий разной этажности как точечного, так и сблокированного секционного типа. Применение многопустотных плит с терморазъёмами [17] и с их укладкой с выступающими консольными участками плит до 3 м на фасад здания позволяет устраивать балконы, эркеры и другие архитектурные элементы, обеспечивающие объёмную выразительность фасадов зданий. Производство сборных конструкций панелей-рам организуется на техноло-



а)



б)



б)



в)

1 – перевёрнутый Н-образный элемент;
2 – L-образный элемент;
3 –многопустотные плиты;
4 – шов замоноличивания;
5 – связевый монолитный ригель;
6 – связи по высоте стоек элементов

Рис. 11. Конструкции каркаса здания из П- или Н- и L-образных элементов: а)схема фрагмента каркаса здания; б, в) сборные элементы; г) опытный образец

гической линии любого предприятия стройиндустрии ЖБИ или ДСК с использованием оборудования отечественного изготовления, основным из которого являются поворотные столы с магнитами. Проведённый технико-экономический анализ эффективности применения конструктивной системы из панельно-рамных элементов применительно к сборно-монолитному каркасу 17-этажного жилого дома и здания из традиционных крупнопанельных конструкций, выпускаемых предприятиями КПД, по расходу материалов и стоимости каркаса здания [16] показал, что расход конструкционного железобетона в предлагаемом варианте каркаса в среднем снижен на 0,37 на куб. м/кв.м, или на 23,4%.

В Республике Беларусь и Российской Федерации в течение последних двух десятилетий в строительстве получила широкое применения сборно-монолитная конструктивная система многоэтажных зданий «АРКОС» [18] (рис. 12). Эта конструктивная система доведена институтом БелНИИС до уровня типовой серии Б1.020.1-7*. В настоящее время конструктивная система применяется для жилых и общественных зданий разной этажности, в том числе для зданий повышенной этажности [18]. Несущий каркас «АРКОС» выполняется в различном сочетании сборных или монолитных железобетонных конструктивных элементов. В частности, колонны квадратного, прямоугольного или иного поперечного сечения серией предусмотрены из сборного или монолитного железобетона. Сборные многопустотные плиты толщиной 220 мм в дисках перекрытий могут быть применены как традиционные типовые, изготавливаемые по агрегатно-поточной технологии, так и многопустотные плиты безопалубочного формования и имеют пролёт до 7,2 м. Ригели, скрытые в плоскости перекрытий во всех случаях предусмотрены из монолитного железобетона. Рассматриваемая конструктивная система получила применение в Республике Беларусь и в нескольких регионах России (рис. 12; 13). В настоящее время эта система не рассчитана и не испытана на сейсмическое воздействие. Не проводились исследования таких конструкций на особое воздействие, связанное с защитой от прогрессирующего обрушение[4]. Результаты таких исследований могут вызвать существенные корректировки в рассматриваемых конструктивных решениях каркасов зданий.

Анализируя в целом разработанные сборные и сборно-монолитные железобетонные конструктивные системы, применённые в стране за последние три десятилетия, можно отметить следующее. Большинство этих систем были заимствованы и адаптированы к российским условиям и сопровождались приобретением зарубежных технологических линий по их производству. Проектируемые здания с этими конструктивными системами получили разнообразное архитектурное оформление, иногда выходящее за границы возможностей конструктивных решений. Многие из них, даже называемые серийными, не имели должного расчётного обоснования, научного сопровождения при их освоении в опытном строительстве, тем более что их освоение не получило экспериментального подтверждения испытаниями натурных конструкций, как, например, экспериментальное обоснование надёжности новой конструкции сборного железобетонного каркаса, устойчивого к различным воздействиям, проводимое в Китае [19] и ряде других стран при освоении новых массово применяемых конструктивных систем. Это особенно актуально в условиях всё усложняющихся видов воздействий и, соответственно, требований нормативных документов нового поколения, например, обеспечения защиты зданий от прогрессирующего обрушения. Особенно это станет актуальным в случае перехода к проектированию на основе параметрического нормирования [19].

Монолитные дома. В 1904 году по проекту русских инженеров А.А. Барышникова и Н.К. Пятницкого был построен маяк Николаевского порта высотой 40,2 м. Это было первое в мире сооружение из монолитного железобетона. В 1908 году выдающийся американский изобретатель Томас Эдисон запатентовал способ строительства жилых домов путём заливки бетона в съёмную металлическую опалубку. Существует несколько разновидностей монолитных домов. В полностью монолитных домах все его составляющие – каркас, перекрытия, стены – из бетона. В монолитно-каркасных домах из бетона выполняют колонны и перекрытия. Внутренние и наружные стены делают из кирпича или панелей. В монолитно-каркасных домах из бетона делают колонны и перекрытия,

[4] ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения» (https://docs.cntd.ru/document/1200115736); СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения». Изменения № 1, 2, 3, 4 (https://docs.cntd.ru/document/551394640).



Рис. 12. Здания системы серии Б1.020.1-7. Минск, район Новая Боровая



Рис. 13. Здания «Небоскрёб» со сборно-монолитным железобетонным каркасом серии Б1.020.1-7. Минск

внутренние и наружные стены – из кирпича или панелей. Небольшие частные дома из монолита строят довольно редко из-за дороговизны и сложности. Чаще строят частично монолитно-каркасные дома – фундамент и перекрытия из бетона, а стены из других материалов. Монолитные дома позволяют значительно разнообразить архитектурные решения и одновременно решать сложные конструктивные проблемы. Первые четыре дома из монолитного железобетона необычной формы, напоминающие раскрытые книги, были построены в Москве на Новом Арбате в 1960-е годы по проекту группы архитекторов во главе с М.В. Посохиным. В настоящее время в Ялте, в районе с 8-балльной сейсмичностью, возводится многофункциональный жилой комплекс из пяти 20-этажных монолитных корпусов со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями и подземным двухэтажным паркингом (рис. 14)

Каждая башня задумана в виде клина, ориентированного в сторону моря. Для улучшения видовых характеристик и инсоляции квартир сформирована система пилонов и стен с изломами в плане. В «носовой» части жилых корпусов находятся квартиры большой площади с террасами. Консольный вылет плиты террасы достигает 5 м. Монолитные железобетонные конструкции также целесообразно применять в случае реконструкции объектов, их реставрации или приспособления частей старых зданий. Например, во вновь возводимом корпусе «Садовых кварталов» в районе метро «Фрунзенская» на месте завода «Каучук», построенного в 1916 году по проекту архитектора Р. Клейна, архитектор С.А. Скуратов использовал с одной стороны фасада стену сносимого здания – «Стену Клейна» (рис. 15).

Для этого на время строительства подземного паркинга и несущего каркаса здания сохраняемую стену обвязали каркасом и соединили её временными металлическими конструкциями, обеспечивающими устойчивость стены до момента интеграции её в новый корпус, и пересадили на свайный фундамент из инъекционных свай.

Интересен опыт строительства жилых монолитных домов на промышленной площадке. На месте бывшего оборонного предприятия в районе метро «Аэропорт» на общей фундаментной плите из монолитного бетона с каркасно-ствольной конструктивной схемой располагается 38-этажная жилая башня, 9-этажное офисное здание и пристроенные трёхэтажные помещения ФОК с бассейном (рис. 16).

Стальные дома. Главным преимуществом стального каркаса является возможность использовать большой шаг колонн при их малом поперечном сечении и большие пролёты перекрытий – до 18 м. С применением стальных ферм, имеющих высоту этажа, возможно перекрывать пролёты 60 м и более. Ещё одним преимуществом является скорость возведения несущего каркаса, которая во многом опережает монолитное строительство. Преимущества были широко реализованы при строительстве многоэтажных зданий главным образом в США в начале XX века. Во времена СССР применение стали для объектов «не промышленного» назначения было запрещено. Это привело к тому, что сортамент фасонного проката – двутавры, швеллеры, уголки, трубы – были «адаптированы» для проектирования именно промышленных зданий. В последние десятилетия произошла модернизация предприятий металлургической отрасли. Освоены и выпускаются стали с пределами текучести до 690 МПа, что практически в три раза выше наиболее распространённой в СССР стали 3. В 2014–2016 году ЦНИИСК совместно с металлургами провёл масштабную работу по усовершенствованию современного фасонного проката для более удобного его применения в конструкциях гражданских зданий. В настоящее время карта реализованных проектов зданий со стальным каркасом с разделением по назначению заметно расширилась. Около 30% зданий относятся к многоквартирным жилым домам, детские сады и школы– 23



Рис. 14. Монолитные 20-этажные жилые дома. Ялта



Рис. 15. Интеграция фасада исторического здания в один из корпусов жилого комплекса «Садовые кварталы» (квартал 3). Москва

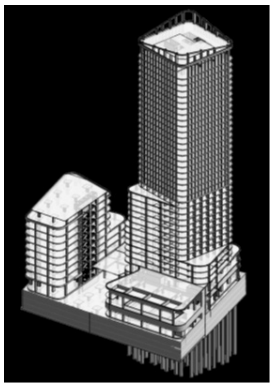


Рис. 16. Каркасно-ствольная конструктивная схема 38-этажной жилой башни с 9-этажным офисным зданием и пристроенным трёхэтажным зданием ФОК

и 19% соответственно. Остальное – гостиницы, общежития, больницы и прочие. Приведём несколько примеров проектов, реализованных в России за последние 10-15 лет, с применением для основного каркаса стальных конструкций. Так, в 2011 году завершено строительство жилого комплекса «Фрегат» (рис. 17 а), 2023 году завершено строительство 37-этажного комплекс апартаментов «Поклонная 9» в Москве (рис. 17 б). В стальных конструкциях были возведены жилые комплексы в Анадыре(рис. 17 в) и Красноярске (рис. 17 г).

Известен и ряд примеров модульного строительства из стали: за пять месяцев в 2013 году была построена гостиница «Холидей Инн» в Воронеже (рис. 18 а), за четыре месяца был построен и введён в эксплуатацию в 2021 году гостиничный комплекс в Туапсе (рис. 18 б). В относительно короткие сроки были построены здания школ на 750 мест в Горно-Алтайске (рис. 18 в) и на 250 мест в Забайкальском крае (рис. 18 г).

Деревянные здания. Как известно, деревянные конструкции из-за природных свойств древесины малой теплопроводности и массе, простоте обработки, эстетическим и экологическим качествам являются наилучшим строительным материалом для жилья. Наряду с конструкциями домов из оцилиндрованных брёвен и прямоугольных брусьев уникальным строительным материалом для жилищного строительства является клеёный брус, в котором отсутствуют недостатки природных брусьев

Клеёные деревянные конструкции (КДК,) изготавливают склеиванием нескольких слоёв заготовок (ламелей) максимальной толщиной 45 мм с расположением волокон древесины в продольном направлении элемента. Максимальная высота конструкции составляет 2 м, длина – 30 м. При необходимости изготавливают более длинные деревоклеёные элементы. Перекрёстно-клеёные панели (ПКП, CLT, X-Lam, BSP, KLH) изготавливают склеиванием ламелей толщиной 16-43 мм, уложенных крест-накрест. CLT-панели состоят из трёх, пяти, семи и более слоёв. Толщина CLT-панелей составляет 50-400 мм, ширина – 1,2-3,6 м, длина 5-18 м. CLT-панели при-



а) б) в) г)

Рис. 17. Здания со стальным каркасом: а) жилой комплекс «Фрегат». Красноярск; б) тридцатиэтажный комплекс апартаментов «Поклонная 9». Москва; в) жилой комплекс. Анадырь; г) жилой комплекс. Красноярск



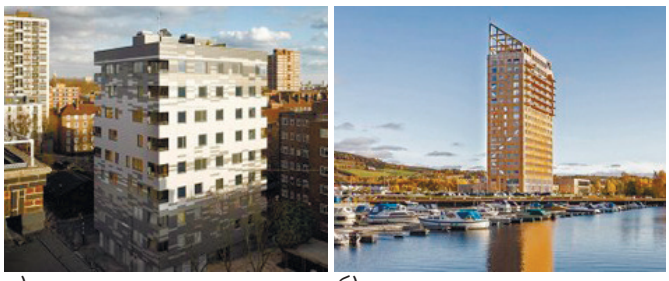
а) б) в) г)

Рис. 18. Примеры модульного строительства: а) гостиница «Холидей Инн». Воронеж; б) модульный гостиничный комплекс. Туапсе; в) школа на 750 мест. Горно-Алтайск; г) школа на 250 мест. Забайкальский край



а) б)

Рис. 19. Деревянные жилые дома: а) дом из CLT – панелей. Вологда; (б) дом из LVL-бруса. Новосибирск, ЖК «Горки Академпарка»



а) б)

Рис. 20. Высотные деревянные здания: а) «фанерный небоскрёб». Лондон; б) многофункциональное 18-этажное здание в Брумунддале. Норвегия

меняют в качестве элементов стен и перекрытий. По сравнению с конструкциями из цельной древесины, CLT-панели и КДК имеют ряд преимуществ: отсутствие ограниченности сортамента, стабильные геометрические размеры, более высокая прочность и жёсткость, лучшая огнеустойчивость для массивных сечений, отсутствие усадки. В качестве примеров построенных в нашей стране зданий можно привести четырёхэтажный деревянный жилой дом из CLT-панелей в Вологде и деревянный многоэтажный жилой дом в ЖК «Горки Академпарка» в Новосибирске, с использованием LVL-бруса изготовленный по технологии склейки под высоким давлением нескольких слоёв лущёного шпона хвойных пород (рис. 19).

Долгое время высотные строения из дерева во многих странах мира были запрещены, в том числе именно из соображений пожарной безопасности. Так, в Канаде до 2015 года типовая высота деревянных строений из CLT-панелей составляла не более четырёх этажей. Первый фанерный небоскрёб» был построен в 2009 году в Лондоне (рис. 20 а) . Девятиэтажное здание высотой 30 м было почти полностью сконструировано из CLT-панелей, включая несущие стены, перекрытия, лестницы и шахты лифтов. В 2019 году был построен небоскрёб в Брумунддале (Норвегия), представляющий собой многофункциональное 18-этажное здание имеющее высоту 85,4 м. (рис. 20 б).

Выводы

1. Результаты проведённого анализ конструктивных систем для жилых и общественных зданий, получивших применение в последние два-три десятилетия, показывают, что большинство из этих систем из сборного и сборно-монолитного железобетона. Технологические линии по их производству в начале двухтысячных годов были заимствованы и адаптированы к российским условиям. Их внедрение сопровождалось индивидуальным проектированием конкретных объектов с разнообразными архитектурными решениями, иногда выходящими за границы возможностей конструкций применяемых строительных систем.

2. Наиболее распространённые типы конструктивных систем из железобетона, применяемые в массовом строительстве, далеко не всегда позволяют обеспечивать решение задач механической безопасности, экономичности, качества и сокращение сроков строительства объектов. Среди разработанных конструктивных систем нового поколения высокой защищённостью от прогрессирующего обрушения при сейсмических и особых воздействиях обладают монолитные, сборно-монолитные конструкции рамных и рамно-связевых каркасов. Однако применение последних в массовом строительстве требует экспериментального обоснования испытаниями натурных конструкций фрагментов конструктивных систем, в том числе и на особые воздействия.

3. Строительство жилых зданий с металлическим каркасом, несмотря на возможность использовать большой шаг колонн и большие пролёты перекрытий, скорость строительства, не получили широкого применения в массовом строительстве в России.

4. Конструкции жилых домов из дерева из-за природных свойств древесины малой теплопроводности и массе, простоте обработки, эстетическим и экологическим качествам являются наилучшим строительным материалом для жилья. Тем не менее их строительство ограничено в нашей стране зданиями малой этажности.

Список источников / References

1. *Румянцев, Е.В.* Тенденции сборного высотного домостроения: мировой и отечественный опыт / Е.В. Румянцев. DOI:10.31659/0044-4472-2023-3-13-27 // Жилищное строительство. 2023. № 3. С. 13–27.

Rumyantsev E.V. The Trends in Prefabricated High Rise Housing Construction: World and Domestic Experience. In: *Housing Construction*, 2023, no. 3, pp. 13–27. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. Гуринович, В.Ю. Оптимизация производства в условиях выпуска широкой номенклатуры изделий / В.Ю. Гуринович, Д.А. Поздняков, С.Н. Леонович. DOI: 10.22227/1997-0935.2025.3.419 // Вестник МГСУ. 2025. № 3. С. 419–428.

Gurinovich V.Yu., Pozdnyakov D.A., Leonovich S.N. Optimization of Production under Conditions of Production of a Wide Range of Products. In: *Vestnik MGSU*, 2025, no. 3, pp. 419–428. (In Russ., abstr. in Engl.)

3. *Фотин, О.В.* Обеспечение технологического суверенитета России / // Строительные материалы. 2025. № 3. С. 37–45.

Fotin O.V. Russia's Technological Sovereignty Ensuring. In: *Construction Materials*, 2025, no. 3, pp. 37–45. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. *Солтыс, А.В.* Панельный дом с перекрытиями из многопустотных плит: опыт проектирования и строительства / А.В. Солтыс, Д.В. Лубенцов, Г.А. Мордич [и др.]. DOI: 10.33622 /0869-7019.2025.07.04-11 // Промышленное и гражданское строительство. 2025. № 7. С. 4–11.

Saltyis A.V., Lubentsov D.V., Mordich G.A., Lozakovich O.V., Mordich G.A. Panel House with Hollow-Core Slab Floors: Design and Construction Experience. In: *Industrial and Civil Engineering*, 2025, no. 7, pp. 4–11. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. *Каприелов, С.С.* Самоуплотняющийся высокопрочный керамзитобетон классов В50-В65 – новое поколение легких бетонов для конструкций высотных зданий / С.С. Каприелов, А.В. Шейфельд, Н.М. Селютин // Строительные материалы. 2023. № 4. С. 42–50.

Kaprielov S.S., Sheyfeld A.V., Selyutin N.M. Self-Compacting High-Strength Expanded Clay Concrete of B50-B65 Classes – a New Generation of Expanded Clay Concretes for Structures of High-Rise Building. In: *Construction Materials*, 2023, no. 4, pp. 42–50. (In Russ.)

6. A Comparative Review of Recent Research Progress in Prefabricated Buildings in China and Other Countries / X. Wu, J. Han, H. Cui, T. [и др.]. DOI: 10.3390/buildings14041062 //

Buildings. 2024. Vol. 14. P. 1062. 1062. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/14/4/1062 (дата обращения 01.07.2026).

Wu X., Han J., Cui H., Li T., Bai X., He Y., Liu N. A Comparative Review of Recent Research Progress in Prefabricated Buildings in China and Other Countries. In: *Buildings*, 2024, Vol. 14, Iss. 4, P. 1062. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/14/4/1062 (Accessed 07/01/2026). DOI: 10.3390/buildings14041062 . (In Engl.)

7. *Kirschke, P.* The Function and Potential of Innovative Reinforced Concrete Prefabrication Technologies in Achieving Residential Construction Goals in Germany and Poland / P. Kirschke, D. Sietko. DOI: 10.3390/buildings11110533 // Buildings. 2021. Vol. 11. P. 533. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/buildings-11-00533-v2.pdf (дата обращения 01.07.2026).

Kirschke P., Sietko D. The Function and Potential of Innovative Reinforced Concrete Prefabrication Technologies in Achieving Residential Construction Goals in Germany and Poland. In: *Buildings*. 2021. Vol. 11. P. 533. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/buildings-11-00533-v2.pdf (Accessed 07/01/2026). DOI: 10.3390/buildings11110533. (In Engl.)

8. Modularisation Strategies for Individualised Precast Construction – Conceptual Fundamentals and Research Directions / L. Kolbeck, D. Kovaleva, A. Manny [и др.]. DOI: 10.3390/designs7060143 // Designs. 2023. Vol. 7. P. 143. URL: https://clck.ru/3V4K6r (дата обращения 01.07.2026).

Kolbeck, L. [et al.] Modularisation Strategies for Individualised Precast Construction – Conceptual Fundamentals and Research. In: *Designs*. 2023. Vol. 7. P. 143. DOI: 10.3390/designs7060143. (Accessed 07/01/2026). (In Engl.)

9. *Николаев, С.В.* Новые подходы к развитию индустриального домостроения / С.В. Николаев // Строительство: новые технологии – новое оборудование. 2019. № 12. С. 73–79.

Nikolaev S.V. New Approaches to the Development of Industrial Housing Construction. In: *Stroitel'stvo: novye tekhnologii – novoe oborudovanie*, 2019, no. 12, pp. 73–79. (In Russ.)

10. *Горлов, В.Н.* Опыт Франции в решении жилищного кризиса в СССР / В.Н. Горлов. DOI: 10.18384/2310-676X-2018-4-213-218 // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: История и политические науки. 2018. № 4. С. 213–218.

Gorlov V.N. The French Experience in Solving the Housing Crisis in the USSR. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: History and Political Sciences*, 2018, no. 4, pp. 213–218. (In Russ., abstr. in Engl.)

11. *Амбарцумян, С.А.* Практичность модульного строительства: опыт прошлого и перспективы / С.А. Амбарцумян, Д.Е. Мочалин, Ю.А. Сьбева. DOI: 10.54950/26585340_2024_2_61 // Строительное производство. 2024. № 2. С. 61–6577.

Ambartsumyan S.A., Mochalin D.E., S'beva Yu.A. The Practicality of Modular Construction: Past Experience and Prospects. In: *Construction Production*, 2024, no. 2, pp. 61–65. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. *Коршунов, А.Н.* Крупнопанельные дома нового поколения / А.Н. Коршунов // Жилищное строительство. 2018. № 3. С. 44–46.

Korshunov A.N. Large-Panel Houses of a New Generation. In: *Housing construction*, 2018, no. 3, pp. 44–46. (In Russ., abstr. in Engl.)

11. *Шембаков, В.А.* Инновационная индустриальная технология сборно-монолитного каркаса, разработанная ГК «Рекон-СМК» и используемая 20 лет на рынке РФ и СНГ / В.А. Шембаков // Жилищное строительство. 2019. № 3. С. 33–38.

Shembakov V.A. Innovation Industrial Technology of Precast-Monolithic Frame Developed by GC “Rekon-SMK” and used 20 Years at the RF Market. In: *Housing Construction*, 2019, no. 3, pp. 33–38. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. *Коршунов, А.Н.* Новая технология изготовления объемных блоков – стапель для индустриального домостроения с гибкой квартирографией / А.Н. Коршунов, Е.Ф. Филатов, А.Р. Гиззатуллин. DOI: 10.31659/0044-4472-2023-10-28-34 // Жилищное строительство. 2023. № 10. С. 28–34.

Korshunov A.N., Filatov E.F., Gizzatullin A.R. New Technology for Manufacturing Volumetric Blocks - Slipway for Industrial Housing Construction with Flexible Apartmentography. In: *Housing Construction*, 2023, no. 10, pp. 28–34. (In Russ.)

13. Гибкая система панельного домостроения / А.А. Острецов, А.Б. Магай, В.М. Вознюк, В.М. Горелкин // Жилищное строительство. 2011. № 3. С. 8–11.

Ostretsov A.A., Magay A.B., Voznyuk V.M., Gorelkin V.M. Flexible System of Panel Housing Construction. In: *Housing construction,* 2011, no. 3, pp. 8–11. (In Russ.)

14. Колмакова, Ю.Д. Новые конструктивно-технологические решения для повышения технологической живучести сборно-монолитных систем гражданских зданий / Ю.Д. Колмакова, Н.И. Фомин. DOI: 10.25628/UNIIP.2023.57.2.015 // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2023. С. 88–93.

Kolmakova Yu.D., Fomin N.I. New Structural and Technological Solutions for Improvement the Precast-Monolithic Systems Technological Survivability of Civil Buildings. In: *Akademicheskij Vestnik URALNIIPROEKT RAASN,* 2023, pp. 88–93. (In Russ., abstr. in Engl.)

15. *Коршунов, А.Н.* Новая технология изготовления объемных блоков – стапель для индустриального домостроения с гибкой квартирографией / А.Н. Коршунов, Е.Ф. Филатов, А.Р. Гиззатуллин // Жилищное строительство. 2023. № 10. С. 28-34. DOI: 10.31659/0044-4472-2023-10-28-34.

Korshunov A.N., Filatov E.F., Gizzatullin A.R. New Technology for Manufacturing Spatial Blocks – Slipway for Industrial Housing Construction with Flexible Apartment Layout. In: *Housing Construction,* 2023, no. 10, pp. 28–34. (In Russ.)

16. Конструктивная система быстровозводимого здания из индустриальных панельно-рамных элементов / Н.В. Фёдорова, С.Ю. Савин, В.И. Колчунов [и др.] // Строительство и реконструкция. 2023. № 3. С. 70–81.

Fedorova N.V., Savin S.Yu., Kolchunov V.I., Moskovtseva V.S., Amelina M.A. Building Structural System Made of Industrial Frame-Panel Elements. In: *Building and Reconstruction*, 2023, no. 3, pp. 70–81. (In Russ., abstr. in Engl.)

17. Жилые и общественные здания из железобетонных панельно-рамных элементов индустриального производства / Н.В. Клюева, В.И. Колчунов, Д.А. Рыпаков, А.С. Бухтиярова // Жилищное строительство. 2015. № 5. С. 69–75.

Klyueva N.V., Kolchunov V.I., Rypakov D.A., Bukhtiyarova A.S. Resideyntial and Public Buildings of Industrially Manufactured Reinforced Concrete Frame-Panel Elements. In: *Housing Construction*, 2015, no. 5, pp. 69–75. (In Russ., abstr. in Engl.)

18. Сопоставление затрат на возведение монолитных и сборно-монолитных несущих конструкций многоэтажных зданий / И.А. Терновский, А.А. Корякин, С.А. Сонин [и др.]. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.01.12-20 // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 1. С. 12–20.

Ternovskiy I.A., Koryakin A.A., Sonin S.A., Mordich A.A., Lozakovich O.V., Mordich A.I. Comparison of Expenses for Construction of Monolithic and Prefabricated- Monolithic Bearing structures of Multi-Storey Buildings. In: *Industrial and Civil Engineering*, 2020, no. 1, pp. 12–20. (In Russ., abstr. in Engl.)

19. Experimental Study of a Novel Multi-Hazard Resistant Prefabricated Concrete Frame Structure / K. Lin, X. Lu, Y. Li, H. Guan // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2019. Vol. 119. P. 390–407. URL: https://clck.ru/3V4P4f (дата обращения 01.07.2026).

Lin K., Lu X., Li Y., H. Guan. Experimental Study of a Novel Multi-Hazard Resistant Prefabricated Concrete Frame Structure. In: *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2019, Vol. 119, P. 390–407. URL: https://clck.ru/3V4P4f (Accessed 07/01/2026). (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 160–170.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 160–170.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 69.059.4
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-160-170

Сравнительный анализ интеллектуальных систем оценки технического состояния строительных конструкций

Кашеварова Галина Геннадьевна (Пермь). Доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН. Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Эл. почта: ggkash@mail.ru

Крылов Сергей Андреевич (Пермь). Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Эл. почта: serishca@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме объективной оценки технического состояния конструкций и зданий. Традиционные методы диагностики опираются на опыт эксперта и часто приводят к субъективным и несопоставимым результатам. В статье исследуются возможности интеллектуальных технологий для создания объективных автоматизированных систем поддержки принятия решений. Такие системы способны выступать в роли интеллектуальных ассистентов, предоставляя эксперту аналитически обоснованные рекомендации о техническом состоянии обследуемых конструкций.

В статье представлен обзор пяти ключевых подходов: экспертные системы, вероятностно-статистические методы, теории нечётких множеств и нечёткой логики, искусственные нейронные сети и гибридные системы. На основе анализа научных публикаций выполнено сравнение методов по восьми критериям (работа с данными, объективность, объяснимость, гибкость и др.).

Установлено, что наиболее перспективными являются гибридные системы, сочетающие нейронные сети с нечёткой логикой, которые обеспечивают высокую точность, адаптивность и интерпретируемость результатов.

Ключевые слова: оценка технического состояния, строительные конструкции, системы поддержки принятия решений, искусственный интеллект, гибридные системы

Для цитирования. Кашеварова Г.Г., Крылов С.А. Сравнительный анализ интеллектуальных систем оценки технического состояния строительных конструкций // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 160–170. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-160-170.

Comparative Analysis of Intelligent Systems for Assessing the Technical Condition of Building Structures

Kashevarova Galina G. (Perm). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Corresponding Member of RAACS. The Perm National Research Polytechnic University. E-mail: ggkash@mail.ru

Krylov Sergey A. (Perm). The Perm National Research Polytechnic University. E-mail: serishca@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of objective assessment of the technical condition of structures and buildings. Traditional diagnostic methods rely on expert experience and often lead to subjective and disparate results. The article explores the possibilities of intelligent technologies for creating objective automated decision support systems (DSS). Such systems are capable of acting as intelligent assistants, providing the expert with analytically sound recommendations on the technical condition of the structures being examined.

© Кашеварова Г.Г., Крылов С.А., 2026

The article provides an overview of five key approaches: expert systems, probabilistic and statistical methods, theories of fuzzy sets and fuzzy logic, artificial neural networks and hybrid systems. Based on the analysis of scientific publications, methods were compared according to eight criteria (working with data, objectivity, explainability, flexibility, etc.).

It has been established that hybrid systems combining neural networks with fuzzy logic, which provide high accuracy, adaptability and interpretability of the results, are the most promising.

Keywords: technical condition assessment, building structures, decision support systems, artificial intelligence, hybrid systems

For citation. Kashevarova G.G., Krylov S.A. Comparative Analysis of Intelligent Systems for Assessing the Technical Condition of Building Structures. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 160–170, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-160-170.

Введение

Каждое здание представляет собой сложную систему, состояние которой определяет степень его эксплуатационной пригодности и безопасности. Под воздействием внешних и внутренних факторов техническое состояние конструкций ухудшается, а отсутствие своевременного обслуживания и ремонта ускоряет этот процесс. Это приводит к снижению работоспособности, надёжности и безопасности как отдельных элементов, так и здания в целом [1]. Значительное количество сооружений уже исчерпало свой расчётный ресурс и находится в аварийном или ограниченно-работоспособном состоянии, что делает задачу объективной оценки их технического состояния чрезвычайно актуальной [2].

Согласно нормативному документу ГОСТ 31937-2024[1] результатом оценки технического состояния является присвоение одной из четырёх категорий: нормативное, работоспособное, ограниченно-работоспособное или аварийное. Регулярный мониторинг и своевременный ремонт позволяют не только избежать масштабных и дорогостоящих восстановительных работ, но и минимизировать риски, угрожающие безопасной эксплуатации здания.

Процесс изменения технического состояния является постепенным, а границы между установленными нормативными категориями размыты. Основными проблемами, затрудняющими точную и объективную оценку, являются многообразие оцениваемых параметров и дефектов, погрешности измерений, влияние человеческого фактора, противоречия в нормативной базе и структурная сложность самих конструкций. В результате традиционная практика оценки в значительной степени опирается на инженерные суждения, личный опыт и интуицию специалистов, способных принимать решения в условиях неполной или противоречивой информации [3]. Отсутствие единого методического подхода и стандартизированных процедур обработки данных ведёт к несопоставимости результатов, полученных разными исполнителями.

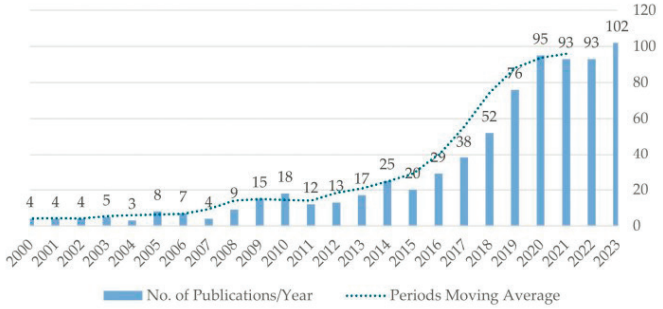


Рис. 1. Количество публикаций с 2000 по 2023 год (источник: [7])

В этой связи целесообразно расширять возможности специалистов за счёт внедрения интеллектуальных технологий. Создание систем поддержки принятия решений (СППР) на основе искусственного интеллекта (ИИ) обусловлено необходимостью повышения объективности, скорости и точности диагностики. Такие системы выступают в роли интеллектуальных ассистентов, эффективно обрабатывая большие объёмы данных и извлекая из них формализованные знания [4].

Несмотря на сохраняющийся скептицизм относительно автоматизированных систем, опыт других отраслей доказывает их практическую эффективность [5]. При этом ключевая роль в принятии итоговых решений остаётся за человеком-экспертом, которому интеллектуальные системы предоставляют дополнительную аналитически обоснованную информацию.

Таким образом, применение интеллектуальных технологий представляется необходимым для повышения объективности оценки технического состояния. Внедрение систем ИИ в строительную отрасль является активно развивающимся направлением, что подтверждается ростом числа публикаций (рис. 1). Однако большинство существующих разработок сосредоточены на этапах проектирования и строительства зданий, а задачам диагностики в процессе эксплуатации уделяется меньше внимания [6].

Целью настоящей работы являлись систематизация и критический анализ существующих интеллектуальных систем для выявления наиболее перспективных подходов к созданию автоматизированных СППР при оценке технического состояния конструкций и зданий.

Анализ научной литературы последних двух десятилетий показывает значительное число исследований по созданию СППР. Наибольшее распространение получили следующие

[1] ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» (https://docs.cntd.ru/document/1305691614).

интеллектуальные системы: экспертные системы (ЭС), вероятностно-статистические методы, теория нечётких множеств и нечёткой логики, искусственные нейронные сети (ИНС), а также гибридные методы. Ниже представлена краткая характеристика каждого из них, сопровождаемая обзором исследований, направленных на создание СППР для оценки технического состояния.

Экспертные системы представляют собой компьютерные программы, имитирующие процесс принятия решений человеком-экспертом. В классических ЭС знания специалиста формализуются в виде базы знаний (набор правил), а механизм логического вывода (решатель) применяет эти правила для формирования заключений, выступая, таким образом, в роли интеллектуального ассистента [8]. Типовая архитектура ЭС показана на рисунке 2. Их ключевое свойство заключается в способности объяснять ход рассуждений, а также они эффективны для чётко структурированных задач с доступными экспертными знаниями. Однако в диагностике строительных конструкций ЭС не получили широкого распространения из-за сложности формализации знаний, неспособности работать с неопределённостью и разнообразия типов зданий: для каждой новой конструкции требуется новый набор правил.

Одной из первых и наиболее известных классических ЭС в строительной области была «Экспертные системы для проектирования строительных конструкций» (Expert systems for structural design), разработанная М.Л. Махер (Maher M.L.) [9]. Она имитировала процесс принятия решений опытным инженером-строителем на ранних этапах проектирования, помогая выбрать оптимальную конструктивную схему исходя из заданных параметров здания и нормативных ограничений.

ЭС эффективны для чётко структурированных задач (например, поддержки проектных решений) со стабильной базой знаний, но для оперативной диагностики с высокой неопределённостью их применение ограничено. Тем не менее принципы метода развиваются в составе гибридных систем: модули на основе правил применяются для предобработки данных или интерпретации результатов других методов (например, нейронных сетей), сочетая логический вывод со способностью к обучению.

Вероятностно-статистические методы представляют собой совокупность математических методов и подходов, основанных на теории вероятностей и математической статистике. Они используются для анализа и принятия решений в условиях неопределённости при работе со случайными величинами, например, при обработке больших объёмов данных, прогнозировании, оценке рисков, а также диагностике состояний сложных технических систем (в радиоэлектронике, энергетике, машиностроении и других отраслях). Суть метода заключается в определении статистических закономерностей посредством анализа большого объёма исходных данных. Это позволяет «измерить» неопределённость путём внедрения вероятности.

В строительной сфере вероятностные методы наиболее подробно изучены и применены в работах В.А. Соколова по анализу технического состояния и надёжности конструкций и зданий с использованием статистического метода Байеса [10; 11]. В его работах здание рассматривалось как система, которая в момент обследования находится в одном из *n* случайных состояний Si. При его осмотре определяется совокупность признаков (параметров) К*, каждый из которых с определённой долей вероятности характеризует состояние системы. Назначение диагноза (категории технического состояния) здания с конкретным набором признаков К* выполняется в соответствии с разработанным решающим правилом.

Решающее правило основано на статистическом методе Байеса. Согласно ему, объект с набором признаков К* относится к тому состоянию Si, вероятность которого с учётом этих признаков максимальна. Диагностика начинается с отдельных элементов, затем распространяется на строительные подсистемы и, наконец, на здание в целом. Работоспособность предложенной методики была апробирована на примере зданий старой городской застройки Санкт-Петербурга.

Для реализации метода, а именно – определения технического состояния и надёжности обследуемых кирпичных зданий, В.А. Соколовым были составлены диагностические матрицы (таблицы условных вероятностей) для 24-х конструктивных элементов: фундаментов, кирпичных стен, главных балок перекрытий, второстепенных балок перекрытий и так далее [12]. При их заполнении использовались данные обследований более чем 100 объектов.

Результатом работы Соколова В.А. является программный продукт «ВАТС», предназначенный для статистической обработки данных технического обследования элементов зданий с целью присвоения объекту наиболее вероятной категории технического состояния. По результатам опробования работоспособности автор отмечает удовлетворительное согласование выходных параметров модели с реальными данными.

Таким образом, вероятностно-статистические методы представляют собой мощный аппарат для формализации неопределенности и извлечения знаний из данных. Несмотря на их доказанную эффективность в технических науках и анализе рисков, потенциал этих методов в строительстве раскрыт не полностью [12]. Одним из путей преодоления

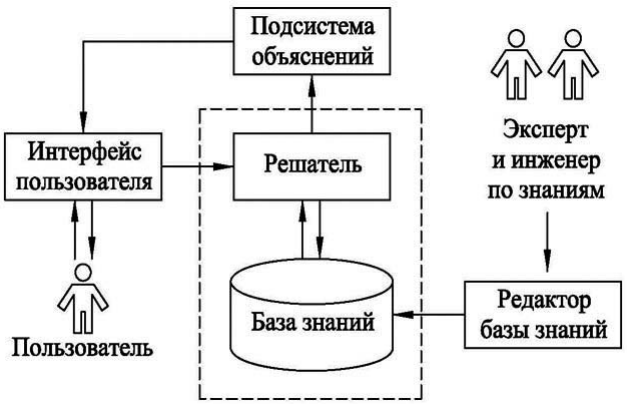


Рис. 2. Типовая архитектура ЭС (источник: [8])

этих ограничений является комбинирование вероятностно-статистических методов с другими подходами, что позволяет смягчить требования к данным и расширить практическую применимость.

Основы нечёткой логики и теории нечётких множеств были заложены Л. Заде. Он в 1965 году ввёл понятие нечётких множеств (Fuzzy Sets) [13–15]. Ключевая идея теории заключается в том, что элементы могут принадлежать множеству в различной степени, что формализуется с помощью функций принадлежности, принимающих значения от 0 до 1. Отличие нечётких и чётких множеств хорошо иллюстрирует рисунок 3, на котором изображены чёткие и нечёткие множества. Это позволило математически работать с «размытыми» (нечёткими) данными. Развивая эту теорию, в 1973 году Л. Заде предложил аппарат нечёткой логики. Это система для формализации приближённых рассуждений с использованием лингвистических переменных и правил вывода типа «если – то». В отличие от классической бинарной логики, где утверждение может быть либо истинным, либо ложным, нечёткая логика оперирует степенью истинности, выражаемой числовыми значениями. Это позволяет эффективно моделировать неточные, качественные рассуждения человека в условиях неопределённости. Данный подход нашёл широкое применение в задачах управления сложными системами и СППР.

В области диагностики строительных конструкций с использованием нечёткой логики выполнен целый ряд исследований, демонстрирующих разнообразие и эволюцию данного подхода:

Т.Н. Солдатенко предложила использовать нечёткую логику не только для определения, но и для прогнозирования дефектов строительных конструкций. В работе отмечена проблема высокого износа зданий в России, что делает прогнозирование особенно актуальным. В рамках этого подхода автором была создана модель с применением нечёткой логики, прогнозирующая появление повреждений по различным возможным причинам. Ключевым элементом модели является база нечётких знаний, сформированная на основе опыта экспертов-строителей. Предложенный метод был успешно апробирован на примере прогнозирования возникновения и развития трещин в конструкциях [16].

Малек М. (Malek M.) и соавторы разработали модель для поддержки принятия решений при определении степени критичности разрушения бетона [17]. Оценка проводится с помощью нечёткой логики на основании входных данных – результатов неразрушающего контроля состояния бетона и структурной значимости проверяемого элемента (его важности в несущем каркасе здания). На выходе формируется количественная оценка степени разрушения, служащая объективным фактором для эксперта при принятии решений о техническом состоянии и необходимости проведения ремонтных работ.



а) *б)*

Рис. 3. Схематическое представление множеств чётких (а) и нечётких (б) значений. Рисунок авторов статьи

Тонков Ю.Л. разработал математическую модель на основе теории нечётких множеств и нечёткой логики для идентификации категории технического состояния строительных конструкций в условиях многофакторности и неопределённости. В качестве нечёткого логического вывода в работе применён метод Мамдани: математическая модель вычисляет чёткое значение категории состояния (нормативное, работоспособное, ограниченно-работоспособное, аварийное) на основе нечётких лингвистических оценок параметров (ширина трещин, прочность бетона и т.д.). На базе этих моделей автором в 2018 году была зарегистрирована программа «КТС-ИЖБК», автоматизирующая диагностику изгибаемых железобетонных конструкций (балки, плиты). Система обрабатывает до 91-го входного параметра, используя более 5000 правил в нечёткой базе знаний и индивидуальные функции принадлежности для каждого параметра [8; 18].

Яловая Ю.С. предложила методику оценки технического состояния железобетонных конструкций с коррозионными и силовыми повреждениями по внешним признакам на основе нечёткой логики. Методика была апробирована на сборных железобетонных балках и ребристых плитах перекрытий. Диагностика выполняется по 12-ти параметрам (распространение и расположение трещин, степень разрушения бетона, уровень коррозии арматуры и др.) с использованием 98-ми правил и соответствующих функций принадлежности. Архитектура системы, реализованная в MatLab Toolbox, основана на правилах типа «если – то». Результаты оценки, полученные системой, полностью соответствуют заключениям высококвалифицированных экспертов [19].

Шахмирани М.Р.А. (Shahmirani M.R.A.) и соавторы создали модель на базе нечёткой логики для прогнозирования степени повреждения зданий, а также числа жертв и травм после землетрясений. Модель прогнозирует степень повреждения зданий и предполагаемое количество человеческих жертв и травм на основе восьми входных параметров: возраст, конструктив, объемно-планировочное решение, высота здания, расстояние до разлома и др. Архитектура модели, построенная на анализе данных 527-ми зданий, включает 92 нечётких правила. Выходной переменной является одна из пяти возможных степеней повреждения здания (полное, обширное, умеренное, лёгкое, без повреждений). Для нечёткого логического вывода и преобразования результата в чёткое значение использовались соответственно метод Мамдани и метод дефаззификации центроида [20].

Лендо-Сивицка М. (Lendo-Siwicka M.) и соавторы предложили использовать нечёткую логику для диагностики технического состояния исторических зданий (памятников архитектуры). В качестве нечёткого логического вывода

использовался метод Мамдани с треугольными функциями принадлежности. В качестве входных переменных использовались оценки технического состояния отдельных элементов объекта (подземной части, несущих стен, перекрытий, крыши и других элементов), а в качестве выходных – интегральный показатель технического состояния всего исторического объекта. Диагностика выполнялась на основании 125-ти сформированных правил. Исследование было проведено на примере пяти исторических зданий в Варшаве. Техническое состояние каждого элемента оценивалось по шкале от 1 до 5, где 1 – «очень плохо», 2 – «плохо», 3 – «удовлетворительно», 4 – «хорошо», 5 – «очень хорошо». Авторы отмечают, что накопление оценок с помощью предложенного метода позволит создать базу знаний для последующего применения инструментов нейронных сетей в прогнозировании. Это, в свою очередь, расширит возможности интеллектуальных систем и снизит риск принятия неверных решений за счёт повышения надёжности и скорости прогнозирования [21].

Хоссейни М.А. (Hosseini M.A.) и соавторы предложили оценивать состояние стен зданий с помощью нечёткой логики. Модель основана на 58-ми экспертных правилах и функциях принадлежности, построенных с помощью нескольких специализированных методов [метод контролируемой центроидной классификации (SCC), алгоритм кластеризации (FCM) и др.]. Входными параметрами являлись: трещины (длина и ширина), влажность (площадь) и поверхностные повреждения финишного покрытия. На выходе определялась одна из пяти категорий технического состояния. Для создания правил и функций принадлежности использовались результаты осмотров 500 участков окрашенных внутренних стен в 24-х зданиях [22].

Как показывает обзор, нечёткая логика доказала свою эффективность как инструмент для формализации экспертных знаний и работы с неопределённостью в строительной диагностике. К её ключевым преимуществам относится способность работать с качественными, «размытыми» данными и понятность логики вывода для эксперта. Однако основные ограничения метода остаются актуальными: трудоёмкость и субъективность при формировании базы правил и функций принадлежности, что требует глубокого вовлечения экспертов. Как следствие, наиболее перспективным направлением развития, отмечаемым многими исследователями, является объединение нечётких систем с методами машинного обучения (в частности, с нейронными сетями). Такой симбиоз позволяет автоматизировать настройку системы на основе данных, снижая субъективность и расширяя её адаптивные возможности.

Искусственные нейронные сети (ИНС) представляют собой логические алгоритмы, функционирование которых основано на биологическом представлении о работе мозга человека [3]. Нейронные сети состоят из множества простых «искусственных нейронов», соединённых между собой. Каждый нейрон получает, обрабатывает и передает информацию дальше, постепенно выявляя в исходных данных закономерности. Ключевыми преимуществами этого подхода являются способность к самообучению на исходных данных и высокая эффективность при обработке больших объёмов информации, что делает нейросети одним из наиболее перспективных инструментов в интеллектуальных системах [23].

Значительная часть современных исследований (около 80%), использующих ИНС, ориентирована на входные данные в виде изображений или сигналов с датчиков [24]. При этом наибольшее распространение получила задача определения трещин, на которую приходится около 30% научных работ. Ниже представлены характерные примеры таких работ, направленных на создание СППР при оценке технического состояния:

Хомацкий Л. (Chomacki L.) и соавторы предложили подход на основе ИИ для оценки риска повреждения каменных зданий при подземной разработке месторождений полезных ископаемых. Авторы в своей работе сравнили точность прогнозирования двух моделей: наивного байесовского классификатора и байесовских сетей. Обучающая выборка состояла из 594-х результатов обследований 207-и каменных зданий, проведённых в период с 2011 по 2017 год в районе активной угледобычи. Входные данные включали 26 параметров: геометрические и конструктивные параметры зданий, год постройки, техническое состояние, воздействия от добычи полезных ископаемых и др. На выходе определялась одна из четырёх возможных категорий риска повреждений здания. По результатам проверки на тестовой выборке наивный байесовский классификатор показал точность 75,86%, а байесовские сети 87,07% [25].

Хасан А.М. (Hassan A.M.) и соавторы предложили использовать искусственные нейронные сети для прогнозирования состояния элементов зданий. Исследование проводилось на внутренних и внешних деревянных дверях образовательных учреждений. Прогнозирование состояния дверей осуществлялось на основе девяти входных параметров: состояния компонентов, возраста двери, интенсивности использования, расположения, типа помещения и др. Авторы отмечают высокую точность разработанной модели [26].

Платунов В.Ю. и соавторы предложили методику определения категории технического состояния и планирования ремонтных мероприятий для строительных конструкций зданий перегрузочных узлов калийных солей при помощи полносвязной нейронной сети с двумя скрытыми слоями. Обучающая выборка была сформирована на основе 177-ми результатов обследований, проведенных в период с 1997 по 2024 год. Классификация выполнялась по 37-ми входным параметрам [27; 28].

Бегич Юричич Х. (Begić Juričić H.) и Крстич. Х. (Krstić H.) применили методы машинного обучения для комплексной оценки технического состояния школьных зданий. В исследовании сравнивалась прогнозная точность моделей на основе искусственных нейронных сетей и алгоритма «случайный

лес». На тестовой выборке точность составила 94,0% и 94,2% соответственно, а на новых (независимых) данных – 79,9% и 74,7%. Данные для обучения и валидации собраны по 166-ти начальным и средним школам в округе Осиек-Баранья в Хорватии. Модель использовала семь входных параметров, включавших возраст здания, историю ремонтов и техническое состояние его основных конструктивных элементов (дверей, окон, наружных стен, крыши, кровельного покрытия и пола). Выходной переменной являлась прогнозная общая оценка здания [29].

Искусственные нейронные сети (ИНС) утвердились как один из наиболее мощных и перспективных инструментов для создания СППР в области диагностики строительных конструкций. Их ключевое преимущество заключается в способности к самообучению и выявлению сложных, неочевидных закономерностей непосредственно из больших объёмов разнородных данных, что особенно ценно в условиях многофакторности и неопределённости, присущей оценке технического состояния.

Существенным недостатком данного метода является «чёрный ящик», то есть невозможность представить пользователю объяснимую зависимость между входными и выходными значениями. К прочим минусам относятся необходимость в значительных объёмах данных для обучения и высокие требования к вычислительным ресурсам по сравнению с другими подходами.

Примечательно, что ключевой недостаток нейронных сетей перекликается с основной проблемой оценки технического состояния конструкций, а именно – с отсутствием строгих и однозначных зависимостей между дефектами (повреждениями) и категорией технического состояния. В зарубежных исследованиях всё чаще подчеркивается, что для оценки технического состояния конструкций не всегда необходимы строгие математические закономерности или детерминированные модели, так как техническое состояние – это сложная система, где традиционные аналитические модели (строгие закономерности) могут быть слишком упрощёнными или неэффективными в условиях реальной эксплуатации. Этот тренд усиливается с развитием методов глубокого обучения и доступностью исходных данных для обучения (data set).

Параллельно в последние годы активно развивается направление объяснимого машинного обучения, которое стремится сделать внутреннюю логику и результаты работы машинного обучения прозрачными и интерпретируемыми для человека [30; 31]. Это способствует развитию новой, более эффективной формы взаимодействия между экспертом и интеллектуальной системой.

Гибридные интеллектуальные системы – это системы, объединяющие несколько различных методов ИИ для решения сложных задач, которые не могут быть эффективно решены с помощью какого-либо одного подхода. Количество и разнообразие таких комбинаций постоянно растёт. Наиболее распространёнными являются сочетания машинного обучения (нейронных сетей) с нечёткой логикой или экспертными системами. Использование комбинации нескольких подходов позволяет компенсировать недостатки отдельных методов, повысить общую точность и адаптивность системы. Вместе с тем гибридные методы являются относительно молодым направлением, поэтому исследований в области СППР для оценки технического состояния на их основе пока довольно мало. Ниже рассматриваются характерные примеры таких исследований, а также работы из смежных областей:

Хан Ш.А. (Khan S.A.) и соавторы провели сравнительный анализ методов диагностики скрытых неисправностей трансформаторов. Обучение нейро-нечёткой модели проводилось на 300-х исходных данных. Тестирование выполнялось с использованием базы данных из ста реальных случаев. Точность определения скрытых неисправностей для нечёткой логики и адаптивной нейро-нечёткой системы вывода составили 95% и 98% соответственно. Результаты, представленные в этой статье, демонстрируют превосходство нейро-нечёткой модели ANFIS[2] над системой на основе нечётких правил. Авторы также подчёркивают, что работа с нейро-нечёткой моделью удобнее и быстрее, поскольку правила настраиваются автоматически с помощью нейронных сетей, в отличие от нечёткой логики [32].

Хальясмаа А.И. предложила метод оценки технического состояния силовых трансформаторов с использованием адаптивной нейро-нечёткой системы вывода. Модель, обученная на 74-х примерах с 12-ью входными параметрами и основанная на 125-ти правилах, показала на тестовых данных ошибку прогноза около 5% [33]. В другом исследовании автор провёл сравнение нейро-нечёткого логического вывода с искусственными нейронными сетями. Результаты показали, что средняя ошибка тестирования модели ANFIS была на 6,6 % ниже, чем у нейросетевых моделей [34].

Сяо Ц. (Xiao Q.) и соавторы предложили для прогнозирования энергии разрушения бетонных балок использовать гибридную модель, сочетающую алгоритм Gradient Boosting Regression Tree с оптимизацией роя частиц. Модель была обучена на данных 736-ти экспериментальных испытаний. При использовании восьми входных параметров (пролёт, толщина, прочность и др.) была достигнута среднеквадратичная ошибка (MSE), равная 0,011 [35].

Побединский В.В. и соавторы рассмотрели возможность использования нейро-нечёткой сети ANFIS для совершенствования диагностики технического состояния тракторных двигателей и определения его остаточного ресурса по износу коленчатого вала. Модель, построенная на основе десяти экспериментальных наборов данных с четырьмя входными параметрами, показала расхождение не более 0,05% со значениями, полученными по традиционной методике [36].

Рао М.В.В. (Rao M.V.V.) и соавторы предложили исследовали применение гибридного метода для автоматизации мониторинга состояния зданий. Для отбора наиболее

[2] ANFIS – Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System.

информативных признаков из данных о повреждениях использовалась комбинация метода взаимной информации (MI) и теории приближённых множеств (RST). Классификация и прогноз состояния несущих конструкций выполнялись с помощью метода опорных векторов (SVM) и искусственных нейронных сетей (ANN). На тестовых данных, основанных на последствиях землетрясения в Горкхе (Непал) в апреле 2015 года, модель показала точность 92% [37].

Таким образом, практические исследования доказывают, что комбинирование нескольких методов позволяет достичь большей точности и надёжности при меньших затратах на анализ данных и создание правил. Гибридные интеллектуальные системы представляют собой закономерный и наиболее перспективный вектор развития СППР для строительной диагностики, так как они способны обучаться на исходных данных, оперировать логикой и предоставлять инженеру обоснованные, интерпретируемые рекомендации для принятия решений.

Проведённый анализ позволил систематизировать основные интеллектуальные подходы и оценить их потенциал для создания СППР в диагностике строительных конструкций. Результаты сравнения по ключевым критериям представлены в сводной таблице.

Критерий вычислительной мощности в таблице не представлен, так как для обучения ИНС и гибридных моделей на табличных данных возможностей обычных персональных компьютеров сегодня более чем достаточно.

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что наиболее перспективными для диагностики сложных технических систем являются гибридные методы, объединяющие несколько подходов (например, нейронные сети и нечёткую логику). Их ключевое преимущество заключается в синергетическом эффекте, который позволяет компенсировать недостатки отдельных подходов, сочетая высокую точность с интерпретируемостью результатов. Принципиальное отличие подходов, использующих ИНС или машинное обучение, является уход от жёстких детерминированных моделей к адаптивным системам, способным обучаться непосредственно на реальных данных, а не правилах, сформулированных экспертом. Это соответствует специфике диагностики, где строгие аналитические зависимости зачастую отсутствуют.

В качестве направления дальнейших исследований предлагается разработка алгоритма и его программной реализации в виде модуля на основе гибридных систем для автоматизированного определения категории технического состояния наружных стен кирпичных зданий. Такой модуль будет служить инструментом поддержки принятия решений, предоставляя эксперту аналитически обоснованные рекомендации о техническом состоянии обследуемых конструкций, в то время как окончательное решение и ответственность сохранятся за специалистом. Таким образом, адаптивные модели могут рассматриваться как эффективный вспомогательный инструмент, не замещающий, а дополняющий традиционные нормативные расчеты.

Основным барьером для широкого внедрения любых интеллектуальных систем остаётся дефицит структурированных данных (data sets), необходимых для обучения и валидации моделей.

Заключение

Возможности интеллектуальных технологий постоянно совершенствуются, и в настоящее время в строительной от-

Таблица. Сравнительная таблица основных критериев интеллектуальных систем

Критерий	ЭС	Вероятностно-статистические методы	Нечёткая логика	ИНС	Гибридные системы
Работа с малым объёмом исходных данных	+ (на знаниях экспертов)	– (требуются большие выборки)	+ (на знаниях экспертов)	– (склонны переобучению)	± (зависит от задачи)
Низкая трудоёмкость создания правил	– (высокая)	– (высокая)	– (высокая)	+ (низкая)	± (выше, чем у ИНС)
Объективность при создании правил (отсутствие субъективности)	– (зависит от эксперта)	+ (основана на данных)	– (зависит от эксперта)	+ (обучаются на данных)	+ (баланс знаний и данных)
Выявление сложных зависимостей	– (только на основе правил)	– (только на основе данных)	– (только на основе правил)	+ (высокая)	+ (высокая)
Объяснимость (интерпретируемость)	+ (прозрачные правила)	± (объяснима, но сложна)	+ (прозрачные правила)	– («чёрный ящик»)	± (лучше, чем у ИНС)
Гибкость и адаптивность	– (жесткие правила)	– (жесткие правила)	– (жесткие правила)	+ (самообучаемость)	+ (самообучаемость)
Работа с неопределенностью и неточными данными	– (низкая)	– (низкая)	+ (высокая)	+ (оптимальная)	+ (оптимальная)
Масштабируемость	– (низкая)	– (низкая)	– (низкая)	+ (высокая)	+ (достаточная)

расли это направление активно развивается и вызывает всё больший интерес. Проведённый анализ научной литературы выявил ключевые тенденции и ограничения существующих подходов. Экспертные системы, вероятностно-статистические методы и нечёткая логика демонстрируют эффективность в задачах с чёткой структурой и формализуемыми знаниями, но сталкиваются с проблемами субъективности, трудоёмкости настройки и ограниченной масштабируемости. Искусственные нейронные сети (ИНС), напротив, выделяются способностью к самообучению на больших объёмах данных, однако их «чёрный ящик» снижает интерпретируемость результатов.

Наиболее перспективными признаны гибридные интеллектуальные системы, сочетающие сильные стороны отдельных методов. В связи с этим в автоматизированных СППР при оценке технического состояния конструкций и зданий предлагается использовать нейро-нечёткую логику. Такая комбинация позволит повысить точность диагностики, снизить субъективность и значительно упростить дальнейшую масштабируемость.

Опыт смежных отраслей (энергетика, машиностроение и т.д.) показывает, что СППР на основе интеллектуальных технологий может эффективно дополнить экспертизу специалиста аналитически обоснованными рекомендациями, сохраняя при этом окончательное решение за человеком.

В качестве направления дальнейших исследований предлагается разработка модуля или полноценной программы с применением гибридных систем для автоматизированного определения категории технического состояния различных конструкций и зданий.

Список источников / References

1. *Тонков, И.Л.* Актуальные проблемы оценки технического состояния строительных конструкций / И.Л. Тонков, Ю.Л. Тонков. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.07 // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. № 3. С. 94–104.

Tonkov I., Tonkov Yu. Actual Problems Of Technical Evaluation Of Building Constructions. In: *Bulletin of PERM National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development*, 2017, no. 3, pp. 94–104. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.07. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. *Крылов, С.А.* Автоматизация диагностирования причин возникновения дефектов на фасадах кирпичных зданий с применением технологий искусственного интеллекта / С.А. Крылов, Г.Г. Кашеварова. DOI: 10.15593/2409-5125/2023.04.05 // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2023. – № 4. С. 51–62.

Krylov S., Kashevarova G. Automation of Diagnosing the Causes of Defects on the Facades of Brick Buildings Using Artificial Intelligence Technologies. In: *Bulletin of PERM National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development*, 2023, no. 4, pp. 51–62. DOI: 10.15593/2409-5125/2023.04.05.

3. *Кашеварова, Г.Г.* «Искусственный интеллект», или «логические рассуждения и разумные решения» в технической диагностике объектов строительства / Г.Г. Кашеварова. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-166-180 // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 4. С. 166–180.

Kashevarova G.G. "Artificial Intelligence" or "Logical Discussion and Reasonable Solutions" in Technical Diagnostics of Construction Projects. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 166–180. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-166-180.

4. *Кашеварова, Г.Г.* Автоматизированный поиск чёткого значения категории технического состояния строительных конструкций в задачах экспертного заключения / Г.Г. Кашеварова, Ю.Л. Тонков // Строительство и реконструкция. 2016. № 6 (68). С. 57–70.

Kashevarova G., Tonkov Yu. Automated Search of Clear-Cut Value Category Technical Condition of Constructions in Problems of Expert Opinions. In: *Building and Reconstruction*, 2016, no. 6 (68), pp. 57–70. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. *Хальясмаа, А.И.* А. Разработка интеллектуальной системы оценки технического состояния электросетевого оборудования / А.И. Хальясмаа, С.А. Дмитриев // Электроэнергетика глазами молодёжи : труды VI международной научно-технической конференции. Иваново, 09–13 ноября 2015 г. Иваново : Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2015. С. 610–615.

Khalyasmaa A., Dmitriev S. Development of Intellectual System of Electrical Grid Equipment Technical State Assessment. In: *Electric Power Engineering through the Eyes of Youth*, Ivanovo, November 9–13, 2015. Ivanovo, Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin Publ., 2015, pp. 610–615. (In Russ., abstr. In Engl.)

6. *Marcher, C.* Decision Support in Building Construction : A Systematic Review of Methods and Application Areas / C. Marcher, A. Giusti, D.T. Matt. DOI:10.3390/buildings10100170 // Buildings. 2020. № 10 (10). P. 170. URL: https://clck.ru/3VLChw (дата обращения 20.08.2026).

Marcher C., Giusti A., Matt D.T. Decision Support in Building Construction: A Systematic Review of Methods and Application Areas. In: *Buildings*, 2020, no. 10 (10), p. 170. DOI: 10.3390/buildings10100170. URL: https://clck.ru/3VLChw (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

7. Artificial Neural Network Application in Construction and the built Environment: a Bibliometric Analysis / A.K. Kaushik, R. Islam, S. ElBahy [и др.]. DOI: 10.3390/buildings14082423 // Buildings. 2024. №14. P. 2423. URL: https://clck.ru/3VLDLY (дата обращения 20.08.2026).

Kaushik, A.K., Islam, R., ElBahy, S. et al. Artificial Neural Network Application in Construction and the Built Environment: a Bibliometric Analysis. In: *Buildings*, 2024, no. 14, p. 2423. DOI:10.3390/buildings14082423. URL: https://clck.ru/3VLDLY (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

8. *Кашеварова, Г.Г.* Экспертная система для практической диагностики строительных конструкций / Г.Г. Кашеварова, Ю.Л. Тонков. DOI: 10.22337/2077-9038-2022-1-85-91 // Academia. Архитектура и строительство. 2022. № 2. С. 85–91.

Kashevarova G.G., Tonkov Y.L. Expert System for Practical Diagnostics of Building Structures. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2022, no. 2, pp. 85–91. DOI: 10.22337/2077-9038-2022-1-85-91. (In Russ., abstr. in Engl.)

9. *Maher, M.L.* Expert Systems for Structural Design. In: Journal of Computing in Civil Engineering, 1987, no. 1 (4), pp. 270–283.

Maher M.L. Expert Systems for Structural Design / M.L. Maher. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*, 1987, № 1 (4), P. 270–283. (In Engl.)

10. *Соколов, В.А.* Вероятностный анализ технического состояния кирпичных стен зданий старой городской застройки / В.А. Соколов // Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 65–73.

Sokolov V. Probabilistic Analysis of the Technical State of the Brick Walls of the Old City Building. In: *Building and Reconstruction*, 2015, no. 1 (57), pp. 65–73. (In Russ., abstr. in Engl.)

11. *Соколов, В.А.* Оценка технического состояния строительных конструкций зданий на основе многоуровневого вероятностного анализа / В.А. Соколов // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 7 (25). С. 45–51.

Sokolov V.A. Building Systems Technical Condition Assessment Based on the Multilevel Probabilistic Analysis. In: *Magazine of Civil Engineering*, 2011, № 7 (25), pp. 45–51. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. *Биргер, И.А.* Техническая диагностика / И.А. Биргер. М. : Машиностроение, 1978. 240 с.

Birger I.A. Technical Diagnostics. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1978, 240 p. (In Russ.)

13. *Кофман, А.* Введение в теорию нечётких множеств / А. Кофман ; пер. с франц. М. : Радио и связь, 1982. 432 с.

Kofman A. Introduction to the Theory of Fuzzy Sets, trans. from French. Moscow, Radio i Svyaz' Publ., 1982, 432 p. (In Russ.)

14. *Конышева, Л.К.* Основы теории нечётких множеств : учебное пособие / Л.К. Конышева, Д.М. Назаров. СПб. : Питер, 2011. 192 с.

Konysheva L.K., Nazarov D.M. Fundamentals of the Theory of Fuzzy Sets. St. Petersburg, Piter Publ., 2011, 192 p. (In Russ.)

15. *Заде, Л.А.* Понятие лингвистической переменной и её применение к понятию приближенных решений / Л. Заде. М. : Мир, 1976. 165 с.

Zade L.A. The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to the Concept of Approximate Solutions. Moscow, Mir Publ., 1976, 165 p. (In Russ.)

16. *Солдатенко, Т.Н.* Модель идентификации и прогноза дефектов строительной конструкции на основе результатов её обследования / Т.Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 7 (25). С. 52–61.

Soldatenko T.N. Model of Identification and Prediction of Building Design Defects on the basis of Its Inspection Results. In: *Magazine of Civil Engineering*, 2011, №7 (25), pp. 52–61. (In Russ., abstr. in Engl.)

17. *Malek, M.* Fuzzy Logic Approach to Risk Assessment Associated with Concrete Deterioration / Mag Malek, M. Tumeo, J. Saliba. DOI: 10.1061/AJRUA6.0000811 // ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems. 2015. №1 (1). P. 04014004. URL: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/AJRUA6.0000811 (дата обращения 20.08.2026).

Malek M., Tumeo M., Saliba J. Fuzzy Logic Approach to Risk Assessment Associated with Concrete Deterioration. In: *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems*, 2015, № 1 (1), p 04014004. DOI:10.1061/AJRUA6.0000811. URL: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/AJRUA6.0000811 (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

18. *Кашеварова, Г.Г.* Интеллектуальные технологии в обследовании строительных конструкций / Г.Г. Кашеварова, Ю.Л. Тонков. DOI:10.22337/2077-9038-2018-1-92-99 // Academia. Архитектура и Строительство. 2018. № 1. С. 92–99.

Kashevarova G.G., Tonkov Y.L. Intelligent Technologies in the Examination of Construction Structures. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2018, no. 1, pp. 92–99. DOI:10.22337/2077-9038-2018-1-92-99. (In Russ., abstr. in Engl.)

19. *Тур, В.В.* Экспертная система оценки существующих конструкций, основанная на элементах нечеткой логики / В.В. Тур, Ю.С. Яловая. DOI:10.18720/CUBS.81.1 // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2019. № 6 (81). С. 7–17. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42582638 (дата обращения 20.08.2026).

Tur V.V., Yalavaya Y.S. Fuzzy Logic – Based Expert System for Assessment of Existing Concrete Structures. In: *Construction of Unique Buildings and Structures*, 2019, no. 6 (81), pp. 7–17. DOI:10.18720/CUBS.81.1. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42582638 (Accessed 08/20/2026). (In Engl., abstr. in Russ.)

20. Buildings, Causalities, and Injuries Innovative Fuzzy Damage Model during Earthquakes / Shahmirani M.R.A., Rashti A.A.N., Ramezani M., Golafshani E.M. DOI:10.1155/2022/4746587 // Shock and Vibration. 2022. P. 4746587. URL: https://clck.ru/3VLKBo (дата обращения 20.08.2026).

Shahmirani, M.R.A., Rashti, A.A.N., Ramezani, M., Golafshani, E.M. Buildings, Causalities, and Injuries Innovative Fuzzy Damage Model during Earthquakes. In: *Shock and Vibration*, 2022, p. 4746587. DOI:10.1155/2022/4746587. URL: https://clck.ru/3VLKBo (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

21. Assessment of the Technical Condition of Heritage Buildings with the Use of Fuzzy Logic / M. Lendo-Siwicka, R. Trach, P. Katarzyna [и др.] // Archives of Civil Engineering. 2023. № 69 (2). P. 123 –140. DOI:10.24425/ace.2023.145257. URL: https://clck.ru/3VLKJD (дата обращения 20.08.2026).

Lendo-Siwicka, M., Trach, R., Katarzyna, P. et al. Assessment of the Technical Condition of Heritage Buildings with the Use of Fuzzy Logic. In: *Archives of Civil Engineering*, 2023, no. 69 (2),

pp. 123–140. DOI:10.24425/ace.2023.145257. URL: https://clck.ru/3VLKJD (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

22. A Hybrid BIM-Fuzzy Model for Enhanced Assessment of Building Element Conditions / M.A. Hosseini, M. Ravanshadnia, M. Rahimzadegan, S. Ramezani. DOI: 10.1061/JCCEE5.CPENG-6254// Journal of Computing in Civil Engineering. 2025. № 39 (3). P. 04025029. URL: https://clck.ru/3VLKYm (дата обращения 20.08.2026).

Hosseini M.A., Ravanshadnia M., Rahimzadegan M., Ramezani S. A Hybrid BIM-Fuzzy Model for Enhanced Assessment of Building Element Conditions. In: *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2025, no. 39 (3), p. 04025029. DOI: 10.1061/JCCEE5.CPENG-6254. URL: https://clck.ru/3VLKYm (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

23. *Крылов, С.А.* Автоматизация процесса оценки технического состояния наружных стен кирпичных зданий с использованием технологии машинного обучения / С.А. Крылов, Г.Г. Кашеварова. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-3-61-70 // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025. Т. 52, № 3. С. 61–70.

Krylov S., Kashevarova G. Automating the Process of Assessing the Technical Condition of Exterior Walls of Brick Buildings Using Machine Learning. In: *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences*, 2025, Vol. 52, no. 3, pp. 61–70. (In Russ., abstr. in Engl.)

24. *Jia, J.* Deep Learning for Structural Health Monitoring: Data, Algorithms, Applications, Challenges, and Trends / J. Jia, Y. Li. DOI:10.3390/ s23218824 // Sensors. 2023. № 23. P. 8824. URL: https://clck.ru/3VLL7q (дата обращения 20.08.2026).

Jia J., Li Y. Deep Learning for Structural Health Monitoring: Data, Algorithms, Applications, Challenges, and Trends. In: *Sensors*, 2023, no. 23, p. 8824. DOI:10.3390/ s23218824. URL: https://clck.ru/3VLL7q (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

25. *Chomacki, L.* Selected Artificial Intelligence Methods in the Risk Analysis of Damage to Masonry Buildings Subject to Long-Term Underground Mining Exploitation / L. Chomacki, J. Rusek, L. Słowik. DOI:10.3390/min11090958// Minerals. 2021. № 11. P. 958. URL: https://clck.ru/3VLLFW (дата обращения 20.08.2026).

Chomacki L., Rusek J., Słowik L. Selected Artificial Intelligence Methods in the Risk Analysis of Damage to Masonry Buildings Subject to Long-Term Underground Mining Exploitation. In: *Minerals*, 2021, no. 11, p. 958. / L. Chomacki, J. Rusek, L. Słowik. DOI:10.3390/min11090958// Minerals. 2021. № 11. P. 958. URL: https://clck.ru/3VLLFW (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

26. Condition Prediction for Existing Educational Facilities Using Artificial Neural Networks and Regression Analysis / A.M. Hassan, K. Adel, A. Elhakeem, M.I.S. Elmasry. DOI:10.3390/buildings12101520 // Buildings. 2022. № 12. P. 1520. URL: https://clck.ru/3VLLQR (дата обращения 20.08.2026).

Hassan A.M., Adel K., Elhakeem A., Elmasry M.I.S. Condition Prediction for Existing Educational Facilities Using Artificial Neural Networks and Regression Analysis. In: *Buildings*, 2022, 12, p. 1520. DOI:10.3390/buildings12101520. URL: https://clck.ru/3VLLQR (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

27. *Кашеварова, Г.Г.* Определение категории технического состояния строительных конструкций зданий перегрузочных узлов калийных солей на основе многолетнего мониторинга с использованием нейронных сетей / Г.Г. Кашеварова, В.Ю. Платунов, С.А. Крылов // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук : Сборник научных трудов. Нижний Новгород. 2024. Вып. 27.С. 212–218. URL: https://clck.ru/3VLLdh (дата обращения 20.08.2026).

Kashevarova G.G., Platunov V.Yu., Krylov S.A. Determination of the Category of Technical Condition of Building Structures of Potassium Salt Handling Units Based on Long-Term Monitoring Using Neural Networks. In: *Bulletin of the Volga Territorial Branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Collection of scientific papers*. Nizhny Novgorod. 2024. Issue 27. pp. 212–218. URL: https://clck.ru/3VLLdh (Accessed 08/20/2026). (In Russ.)

28. *Платунов, В.Ю.* Определение остаточного ресурса зданий перегрузочных узлов в стальном каркасе, эксплуатирующихся в агрессивной среде предприятия калийной промышленности / В.Ю. Платунов, Г.Г. Кашеварова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2023. № 1(49). С. 41–52. DOI:10.15593/2409-5125/2023.01.04.

Platunov V., Kashevarova G. Determination of Residual Life of Steel-Framed Transshipment Unit Buildings Operated in the Aggressive Environment of the Potash Industry Enterprise. In: *Bulletin of PERM National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development*, 2023, no. 1(49), pp. 41-52. DOI:10.15593/2409-5125/2023.01.04. (In Russ., abstr. in Engl.)

29. *Begić Jurićić, H.* Developing a Framework for Building Condition Assessment of Schools in Osijek-Baranja County / H. Begić Jurićić, H. Krstić. DOI:10.3390/buildings15091511 // Buildings. 2025. № 15. P. 1511. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/15/9/1511 (дата обращения 20.08.2026).

Begić Jurićić, H., Krstić, H. Developing a Framework for Building Condition Assessment of Schools in Osijek-Baranja County. In: *Buildings*, 2025, no. 15, p. 1511. DOI:10.3390/buildings15091511. URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/15/9/1511 (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

30. Explainable AI (XAI): Core Ideas, Techniques, and Solutions / R. Dwivedi, D. Dave, H. Naik [и др.]. DOI:10.1145/3561048 // ACM Comput. Surv. 2023. № 55 (9). DOI: 10.1145/3561048. URL: https://clck.ru/3VLPrV (дата обращения 20.08.2026).

Dwivedi R., Dave D., Naik H. et al. Explainable AI (XAI): Core Ideas, Techniques, and Solutions. In: *ACM Comput. Surv*., 2023, no. 55 (9). DOI:10.1145/3561048. URL: https://clck.ru/3VLPrV (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

31. Making the black Box Transparent: State of the Art in Explainable Machine Learning for Structural Design and Assessment : [Preprint] / M.Z. Esteghamati, J. Wang, X. Wang,

[и др.]. 2025. DOI:10.31224/5141. URL: https://clck.ru/3VLPvn (дата обращения 20.08.2026).

Esteghamati, M.Z., Wang, J., Wang, X. et al. Making the Black Box Transparent: State of the Art in Explainable Machine Learning for Structural Design and Assessment [Preprint], 2025. DOI: 10.31224/5141. URL: https://clck.ru/3VLPvn (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

32. *Khan, S.A.* Comprehensive Comparative Study of DGA Based Transformer Fault Diagnosis Using Fuzzy Logic and ANFIS Models / S.A. Khan, M.D. Equbal, T. Islam. DOI:10.1109/TDEI.2014.004478 // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. 2015. № 22 (1). P. 590–596. URL: https://clck.ru/3VLQ7k (дата обращения 20.08.2026). DOI:10.1109/TDEI.2014.004478.

Khan, S.A., Equbal, M.D., Islam, T.A Comprehensive Comparative Study of DGA Based Transformer Fault Diagnosis Using Fuzzy Logic and ANFIS Models. In: *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 2015, no. 22 (1), pp. 590–596. DOI:10.1109/TDEI.2014.004478.URL: https://clck.ru/3VLQ7k (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

33. *Хальясмаа, А.И.* Система управления рисками электросетевой компании на основе адаптивного нейро-нечёткого вывода / А.И. Хальясмаа, Р.Т. Валиев, С.А Дмитриев // Материалы Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. Санкт-Петербург. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. Т. 2. С. 544–547.

Khalyasmaa A.I., Valiev R.T., Dmitriev S.A. GRId Company Risk Management System Based on Adaptive Neuro-Fuzzy Inference. In: *Proceedings of the International Conference on Soft Computing and Measurement*. St. Petersburg, ETU "LETI" Publ., 2017, Vol. 2, pp. 544–547. (In Russ., abstr. in Engl.)

34. *Хальясмаа, А.И.* Оценка эффективности методов искусственного интеллекта для оценки эффективности и реализуемости научно-технических решений и технологий / А.И. Хальясмаа, С.А. Ерошенко // Материалы Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям. Санкт-Петербург. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. Т 2. С. 526–529.

Khalyasmaa A.I., Eroshenko S.A. The Analysis of Efficiency of Artificial Intelligence Methods Application for an Assessment of Feasibility of Scientific and Technical Decisions and Technologies. In: *Proceedings of the International Conference on Soft Computing and Measurement*. St. Petersburg, ETU "LETI" Publ., 2017, Vol. 2, pp. 526–529. (In Russ., abstr. in Engl.)

35. Using Hybrid Artificial Intelligence Approaches to Predict the Fracture Energy of concrete Beams / Qinghua Xiao, Congming Li, Shengxiang Lei [и др.]. DOI:10.1155/2021/6663767 // Advances in Civil Engineering. 2021. № 2. P. 1–12. URL: https://clck.ru/3VLQMS (дата обращения 20.08.2026).

Qinghua Xiao, Congming Li, Shengxiang Lei, et al. Using Hybrid Artificial Intelligence Approaches to Predict the Fracture Energy of Concrete Beams. In: *Advances in Civil Engineering*, 2021, no. 2, pp. 1–12. DOI:10.1155/2021/6663767. URL: https://clck.ru/3VLQMS (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

36. Нейро-нечёткая сеть для оценки остаточного ресурса тракторных двигателей / В.В. Побединский, Г.А. Иовлев, С.В. Ляхов, И.И. Голдина. DOI:10.18698/2542-1468-2022-2-120-130 // Лесной вестник. 2022. Т. 26, № 2. С. 120–130. URL: https://clck.ru/3VLQTK (дата обращения 20.08.2026).

Pobedinsky V.V., Iovlev G.A., Lyakhov S.V., Goldina I.I. Neuro-Fuzzy Network for Evaluating Tractor Engines Residual Life. In: *Forestry Bulletin*, 2022, Vol. 26, no. 2, pp. 120–130. DOI:10.18698/2542-1468-2022-2-120-130. URL: https://clck.ru/3VLQTK (Accessed 08/20/2026). (In Russ., abstr. in Engl.)

37. Monitor the Strength Status of Buildings Using Hybrid Machine Learning Technique / M.V.V. Rao, A. Chaparala, P.K. Jain [и др.]. DOI:10.1109/ACCESS.2023.3247499 // IEEE Access.2023. № 11. P. 26441–26458. URL: https://clck.ru/3VLQUv (дата обращения 20.08.2026).

Rao M.V.V., Chaparala A., Jain P.K., Karamti H., Karamti W. Monitor the Strength Status of Buildings Using Hybrid Machine Learning Technique. In: *IEEE Access*. 2023. №11. P. 26441-26458. DOI:10.1109/ACCESS.2023.3247499. URL: https://clck.ru/3VLQUv (Accessed 08/20/2026). (In Engl.)

Рецензия

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 171–174.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 171–174.

События
Рецензия
УДК 69.059.4
DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-171-174

Кирпич в историю архитектуры Москвы

Печёнкин Илья Евгеньевич (Москва). Кандидат искусствоведения, доцент. Кафедра истории русского искусства Российского государственного гуманитарного университета (Россия, 125047, Москва, Миусская пл., д. 6). Эл. почта: pechyonkin.ie@rggu.ru

Шурыгина Ольга Сергеевна (Москва). Независимый исследователь. Член ICOMOS Россия. Эл. почта: olia85@list.ru

Brick to the History of Moscow architecture

Pechenkin Ilia E. (Moscow). Candidate of Sciences in Architecture, Docent. The Department of Russian Art History of The Russian State University for the Humanities. E-mail: pechyonkin.ie@rggu.ru

Shurygina Olga S. (Moscow), Independent Researcher. Member of ICOMOS Russia. E-mail: olia85@list.ru



Дуднев А., Гудков К. Москва на стройке. Полный каталог архитектуры 1917–1941. – Москва : Музей современного искусства «Гараж», 2026. 1200 с.: илл.
ISBN 978-5-6049361-7-7

В рамках издательской программы Музея современного искусства «Гараж» вышел объёмный том, посвящённый архитектуре советской столицы 1920–1930-х годов, авторы-составители которого – историки Александр Дуднев и Константин Гудков, не только предприняли попытку тотальной каталогизации объектов, но и предложили реконструкцию самой системы производства историко-архитектурного знания, предстающего сегодня в изрядно маргинализированном статусе.

Заявка на тотальную ревизию науки о советской архитектуре, пусть даже в границах первой половины столетия, не только отвечает переломности исторического момента, в который родилась книга, но и обеспечивает высокий градус её дискуссионности. Тексты А. Дуднева и К. Гудкова представляют собой документ, по их собственному выражению, «вовлечённой истории архитектуры», когда вооружённый теоретико-методологическим арсеналом современных социальных наук и не чуждый «левого романтизма» исследователь внятно обозначает свою общественную позицию – в частности, в требовании «сохранять всё» архитектурное наследие.

То, что издание внешне напоминает строительный кирпич (толщина 1200-страничного блока, терракотовый тон переплёта), может быть неслучайным. Авторы уподобляют себя «простым рабочим и скромным чертёжникам» изучаемого времени (с. 14), намеренно дистанцируясь от академической традиции исследования архитектуры. Читатель встретит в книге немало «флешбэков», отсылающих к риторике столетней давности, начиная с названия, соимённого рубрике в одном из советских журналов. А. Дуднев и К. Гудков – безусловные энтузиасты, они верят «в науку как свободную

© Печёнкин И.Е., Шурыгина О.С., 2026.

и коллективную работу, поэтому хотели минимизировать диктующие установки (рамки стиля, значимость объектов и авторов)» (с. 14). Этот демократический настрой, сопряжённый со скепсисом в отношении аффилиаций и академических регалий, замечателен. Как и многие наблюдения авторов за динамикой общественного восприятия архитектуры 1920–1930-х годов: в частности, за гипертрофией значения неосуществлённых проектов (из-за чего целая архитектурная эпоха ассоциируется у публики прежде всего с утопическими мечтаниями), за колебаниями оценки авангарда в диапазоне «глобальное vs национальное» или за выхолащиванием из реализованных объектов социального содержания, которое было важным условием их появления (см. джентрификацию знаменитого Дома Наркомфина). Впрочем, описывая себя как независимых исследователей, авторы не скрывают, что использовали для доступа к архивным фондам веский административный ресурс; это весьма снижает эгалитаристский пафос их выступления.

Книга состоит из двух частей – собственно претендующего на полноту каталога московских построек в пределах указанной хронологии и так называемой «Пояснительной записки», определяемой авторами как «“запал”, который должен взорвать “скучный” каталог» (с. 15). Пиротехническая метафора, как и нелестный эпитет для каталога как жанра, обусловлены убеждённостью авторов «Москвы на стройке», что одних лишь документально подтверждённых фактов для полноценной науки об архитектуре недостаточно. Ниже мы ещё вернёмся к обсуждению самой идеи о том, что каталог является простым сводом эмпирических данных – идеи, на наш взгляд, глубоко спорной.

Создатели книги уделили большое внимание её «эргономике», придумав новаторскую структуру, внутреннюю систему навигации и т.д. Примечательна открытость авторов для критики их труда, в том числе в форме исправлений и дополнений. Онлайн-технологии позволяют это сделать, но, разумеется, уже не в напечатанной книге, которая представляет собой вещественный итог работы, подлежащий оценке. К ней мы и приступим, начав с «Пояснительной записки» (т.е. с концептуальных проблем книги), а затем перейдём к каталожной части (т.е. выявленным фактологическим ошибкам – лишь некоторым!). Забегая вперёд, посетуем на то, что книга не имела грамотного научного редактора; это позволило бы избежать по крайней мере части обнаруженных недочётов.

Во-первых, проблематичны, на наш взгляд, выбранные авторами «Москвы на стройке» временные рамки. В тексте (даже в особом параграфе, посвящённом этому вопросу) нижняя граница никак не обоснована, напротив – говорится, что «…в источниках и на улицах мы видим доказательства того, что стройки были остановлены или брошены в 1917–1918 гг.» (с. 128). Тогда в чём смысл даты «1917» с точки зрения прагматики исследования? Она выглядит как простое заимствование советской периодизации (например, у В.Э. Хазановой; то, что Х. Хадсон следует ей в своей книге Blue Prints and Blood, изданной Принстоном, не означает её безупречности). Если авторы пожелали уйти от банальной «авангардоцентричности» в описании межвоенной советской архитектуры, то нижняя граница уверенно падает на 1919/20 год. Даже радиобашня на Шаболовке (1919–1922) в этот диапазон вписывается.

Во-вторых, авторам, к сожалению, не удалось побороть терминологический хаос, царящий в отношении советской архитектуры интересующего периода. Подчеркнув вначале своё неприятие рамки стиля, они затем используют термин «конструктивизм» именно в стилевом смысле, упоминая об «иконах» этого стиля.

Более частный случай: павильон «Машиностроение», сохранившийся на территории Парка Горького от выставки 1923 года в виде железобетонного остова, в книге называется «Шестигранником» (с. 25, 42). Ошибка популярная, но строителям новой истории советской архитектуры странно не знать, что так назывался другой выставочный объект, тоже спроектированный бригадой И.В. Жолтовского, но давно утраченный.

Добавим, что обозначение архитектуры второй половины 1930-х годов как «неоклассики» несёт в себе чрезмерное упрощение и грозит путаницей с дореволюционной неоклассикой 1900–1910-х годов. При некотором внешнем сходстве зданий и даже тождестве персоналий (И.В. Жолтовский, А.В. Щусев, В.А. Щуко и др.) это были всё-таки разные явления.

Ещё один вопрос концептуального уровня состоит в том, насколько история архитектуры отождествима с историей бытования построек. Авторы книги не видят зазора между этими понятиями и недоумевают, отчего коллеги с архитектурным или искусствоведческим бэкграундом, изучая даже конкретные объекты, фокусируют внимание именно на процессе проектирования (с. 35). В ответ предположим, что предметом истории архитектуры является не функционирование пространственной среды, а деятельность по её созданию. Думается, одно не хуже или лучше другого; нарратив о жизни в домах не может и не должен заменить собой нарратива о движении творческой мысли архитектора, пусть и обусловленной массой внешних факторов.

Переходя к каталожной части, нужно остановиться на специфике каталога как жанра научной работы. Сами авторы признаются, что стремились «по-новому структурировать и анализировать» массив данных (с. 45). Раз каталог составлен, значит проведена первичная обработка информации, её систематизация и трактовка. Таким образом, позитивистски-объективистская природа «каталожной карточки» сильно утрирована авторами, и каталожная часть книги «Москва на стройке» подлежит анализу не только с точки зрения количества, но и качества.

По самому общему впечатлению каталог выглядит монументально (в общей сложности более 6200 единиц). Но уже сразу бросается в глаза особенность, отдаляющая его от предметной области истории архитектуры – отсутствие минимальной морфологической характеристики

объектов. В историографической части А. Дуднев и К. Гудков критикуют авторов одного из справочников по московской архитектуре 1920–1930-х годов за описания, которые «тавтологичны фотографиям» (с. 48). Но в их собственном случае никаких иллюстраций нет, и без указания таких базовых параметров, как материал, число этажей, подъездов и т.п., каталог архитектуры превращается в малоинформативный перечень объектов недвижимости. Избегая формально-стилевой рамки (здесь «междисциплинарность» оборачивается не сочетанием оптик, а простым выключением дискурса о форме), авторы, должно быть, путают описание с качественной оценкой.

Теперь о том, почему, рассматривая «Москву на стройке» в качестве настольного справочника, лучше запастись критическим мышлением и карандашом. Ограниченный объём рецензии позволяет коснуться лишь нескольких примеров, но и они довольно показательны.

Подчёркивая, как важен для объективного понимания истории советской архитектуры «голос» обывателя-современника, авторы на с. 287 приводят выдержку из «Архитектурной газеты», где оперная примадонна М.П. Максакова сетует на недостатки дома артистов Большого театра в Брюсовом переулке, упоминая «красивые двери, украшенные затейливым орнаментом, сделанные по рисунку акад. И.В. Жолтовского». В «каталожной карточке» этого дома (с. 286) приведён список его авторов, среди которых Жолтовский не значится (и здесь нет никакого открытия, так как давно и хорошо известно, что дом проектировала мастерская А.В. Щусева). Проще говоря, заслуженная артистка республики ошиблась. Остаётся неясным, для чего эту ошибку цитировать в книге, тем более безо всякого комментария? По крайней мере часть читателей так и усвоит, что в щусевском доме стоят двери Жолтовского…

Вызывает сомнения и рубрикация каталога. В частности, в разделе «Транспорт» составители, к сожалению, выбрали неудачный принцип классификации автомобильных гаражей по типу транспортных средств – легковых, грузовых и автобусов. Дело в том, что многие ведомственные автопредприятия обладали разнообразным по составу парком – как, например, гараж АО «Интурист» на Сущёвском Валу, неверно отнесённый А. Дудневым и К. Гудковым к разряду «легковых» (с. 752). Этим примером можно проиллюстрировать и ещё одну проблему каталога: из «карточек» объектов ускользает информация о смене их ведомственной принадлежности, которая в 1930-е годы нередко случалась ещё в ходе строительства. Так, из «карточки» гаража «Интуриста» не видно, что датированный 1940 годом административный корпус возводился по проекту Н.И. Арбузникова и И.И. Оршанского уже для НКВД, который занял гараж, по факту ни дня не занимавшийся обслуживанием туристов.

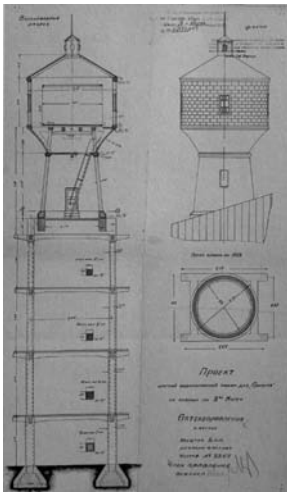
Стремясь к строгой классификации, составители каталога вынуждены были ввести отдельную рубрику «комбинированные и неучтённые [*?* – И.П., О.Ш.] гаражи» для объектов, о которых им не удалось найти достаточной информации. И здесь нас ожидает такой «перл», как не имеющий адреса [*?* – И.П., О.Ш.] и датированный 1932 годом гараж Ведомства обороны, проектировщиками которого указаны инженеры В.Г. Шухов и Я. Брода (с. 760). Скорее всего, перед нами очередной «поручик Киже», поскольку ферма Шухова-Брода – это нарицательное наименование определённого типа конструкции перекрытия (подобно ферме Полонсо и др.), но российский инженер Шухов и немец Брода не работали вместе, проек-



Надстройка доходного дома наследниц Хлудовых для здания Московского коммунального хозяйства (МКХ). Фото Я. Халипа, 1935 (с. 726)



Прессовый цех Завода имени Сталина (ЗиС). Фото 1930—1940-х гг. (с. 945)



Ф.В. Тицнер, В.Ф. Якоби (строительная контора В.Ф. Якоби). Проект водонапорной башни Химико-фармацевтического завода им. 8 марта. 1928. ЦГА г. Москвы, ОХНТД. (с. 923)



Хлебозавод № 5 Московского союза потребительских обществ (МСПО). Фото 1930-х гг. (с. 935)

тируя московский гараж! Брода предложил свою вариацию системы Шухова, которая вошла в арсенал конструктивных решений тех лет. Составители каталога вроде бы имеют это в виду, но наивно вписывают Шухова и Брода в коллектив проектировщиков и другого гаража, где была использована такая ферма (с. 702). По этой логике в авторы любого железобетонного сооружения стоит вписывать садовника Монье. Досадно, что книга, авторы которой вознамерились развеять мифы и озарить путь к истине, может стать источником новых заблуждений.

Подводя итог, следует отметить, что колоссальный объём работы, проделанный авторами книги и теми, кто участвовал в её выпуске, вызывает безусловное уважение. Проект реконструкции истории советской архитектуры, сформулированный столь определённо и амбициозно, давно ожидаем. На наш взгляд, несмотря на то что генеральной задачей труда являлось создание исчерпывающего каталога, в концептуальном осмыслении феномена советской архитектуры 1920–1930-х годов авторам удалось достичь большего. При всех терминологических и хронологических коллизиях, у них получился выразительный манифест «вовлечённой истории архитектуры» с выразительными «историями», подробной ретроспективой борьбы за валоризацию архитектурного наследия изучаемого времени, критикой механизма его «товаризации» и сегрегирующей системы охраны наследия в целом, глубоко критическим историографическим экскурсом и справедливыми указаниями на системные ошибки коллег при атрибуции авторства и введении в научный оборот новых источников. Интересен взгляд на архитектуру изучаемых времени и места в оптике «пространственного поворота», полемика с тоталитарной парадигмой исследований и традицией виктимизации авангарда, подсвечивание роли строительной кооперации (это особенно близкий и понятный авторам сюжет) и т.д. Словом, представляется, что получился не каталог с «пояснительной запиской», а напротив – довольно оригинальная, новаторская монография с приложенным перечнем объектов.

Отметим, что продуктивными явились и многие архивные разыскания авторов книги: например, открытие имени архитектора Хлебозавода № 5 (публика привыкла довольствоваться фамилией инженера-технолога Г.П. Марсакова, который изобрёл кольцевой конвейер, но не проектировал конкретное здание). А. Дудневым и К. Гудковым был обработан грандиозный массив информации и, что очень ценно, для каждого объекта даются ссылки на архивные источники. На страницах книги опубликовано немало подлинных архивных чертежей. Однако полным (окончательным, исчерпывающим и т.п.) составленный ими каталог считать невозможно. Очевидно, что для корректного осуществления столь капитального проекта требовались бы ресурсы целого научно-исследовательского коллектива.

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 175–177.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 175–177.

События

Русский стиль и русский авангард: о творчестве архитектора А.С. Никольского

22 июня 2026 состоялось очередное заседание Научного совета РААСН по историко-теоретическим проблемам архитектуры и градостроительства, посвящённое выявлению преемственных связей русского авангарда с русским стилем в творчестве Александра Сергеевича Никольского.

Архитектор Никольский учился у одного из крупнейших мастеров русского стиля В.А. Косякова. Много проектировал в этом стиле, изучал его византийские истоки, ездил по старым деревням, осваивал «проектирование топором», а после революции, когда началась совсем другая эпоха, стремился извлечь новое из своего дореволюционного опыта. При этом он стал признанным лидером Ленинградского конструктивизма и формализма. Никольский негативно высказывался о вторичной – «халтурной», по его выражению, – архитектуре и нацеливался на поиск архитектуры «настоящей». Сложно говорить о преемственности, поскольку в принципе новая архитектура отмежёвывалась от традиций, и всё же во всём мире наш авангард воспринимают как русский.

Всё это О.И. Явейн раскрыл в развёрнутом исследовании творческого наследия А.С. Никольского. Тема дискуссии была тесно связана с поисками самобытности, идентичности отечественной архитектуры. Президент РААСН и ректор МАРХИ Д.О. Швидковский не раз выступал с докладами по этому вопросу. Недавно он возглавил специально созданный Экспертный совет по архитектуре и градостроительству при Национальном центре «Россия», который должен существенно откорректировать вектор развития современной российской архитектуры.

Член-корреспондент РААСН О.И. Явейн выступил с докладом, составленным по материалам недавно вышедшего двухтомного издания, в котором впервые всеобъемлюще представлено творческое наследие мастера архитектуры XX века Александра Сергеевича Никольского (1884–1953). Цель этого издания – «вернуть Никольского» в том масштабе, в каком видели его современники. Доклад, посвящённый описанию особенностей русских начал в творческом методе Никольского и его личности, подразделён на несколько связанных между собой тем – разделов, последовательно раскрывающих своеобразные преломления и срезы идентичности русской культуры в архитектуре Никольского.

Личность. К творческому методу и судьбе Никольского очень подходят слова Ю.М. Лотмана: «Бывают исторические моменты, когда личное поведение художника… входит в сферу творчества и воспринимается современниками как его органическая часть. Такое положение, как правило, свойственно ранним этапам… эпох, их “буре и натиску”». Особенности мощной фигуры Никольского, воспринимаемой современниками как образ русской натуры, иллюстрируются примерами его парадоксальных изречений и решительных поступков, рассказом о его увлечениях русским фольклором, народной игрушкой и его творчестве в этих областях.

«Освоение и присвоение». Основные директивы руководства по «освоению классического наследия» рассмотрены в связи с теоретическими установками Никольского, представленными в таких его высказываниях, как: «нельзя рекомендовать стиль, но можно рекомендовать метод»; «центр тяжести я буду усматривать именно в мыслях, которые будут возникать в процессе работы»; «осваивать я рад, присваивать мне тошно»; «работая в классике, думай об эклектике. Работая в эклектике – имей совесть»; «куда мастер с идеей, туда и середняк с халтурой»; «халтура – мать архитектуры». Во всех этих манифестах сама возможность стилевого заимствования характеризуется как «архитектурная халтура».

Россия – Византия – Италия. В этом разделе представлен дореволюционный и доконструктивистский период творчества Никольского, из которого видно, что архитектор эпохи авангарда начинал свои поиски нового с досконального изучения исторических истоков русской архитектуры.

От русского стиля к конструктивизму. Известно, что многие художники русского авангарда исходили из образов древней иконы, лубка, а архитекторы вдохновлялись конструкциями деревянного рубленого народного жилища. Но только Никольский в рамках нового миропонимания предложил систему «дереворубленой» архитектуры. Уже

в ранних опытах «проектирования топором» утрированные конструктивные узлы русского деревянного сруба преобразованы им в систему новаторских архитектурных конструкций и форм. Сохраняя конструктивные основы рубленого первоисточника, мастер изобретает спровоцированную этими основами динамическую геометрию и остросовременные авангардные образы. При таком подходе естественно появление монтажей деревянной народной архитектуры с модернистскими ленточными окнами и сериями угловых стеклянных эркеров, что вызывало недоумение первых исследователей творчества Никольского.

Протосимволизм. В «Архсхемах» и «Новых архитектурных организмах» Никольского архитектурные решения и формы могли манифестироваться как не имеющие аналогов в истории архитектуры и обусловлены новой пространственной идеей, исходящей из функциональных, технологических и иных соображений. Однако такого рода построения у Никольского обычно выходят за рамки функциональных резонов. Это поиски архетипических структур, которые наделяют авангардные архитектурные построения универсальными вневременными смыслами.

Смеховая культура и архитектурный карнавал. Неожиданность и острота сочетания в произведениях Никольского разных источников, ассоциаций и тем во многом связаны с его тягой к смеховой карнавальной культуре, погружение в которую явственно проступает в его полемических текстах и карикатурах на архитектуру сталинского ампира. Эта тяга резко обозначена в его юмористических книжках и прямо-таки издевательских иллюстрациях к опере «Иванов Павел». Смеховая культура у Никольского становится как средством полемики с властями, так и инструментом соединения противоречивых установок в культурной идентичности целостного архитектурного образа. Карнавальные ассоциации прослеживаются уже в ранних работах Никольского, заявляют о себе в проекте переоборудования церкви Путиловского завода под клуб и в конкурсном проекте Дворца Советов, а идея карнавализации жизни, порождаемой его архитектурой, – жизни, в которой царят кураж, веселье и смех, – ярко представлена в ряде рисунков к проекту «Остров Утопия» для Крестовского острова.

Остров утопия Александра Никольского. В проекте стадиона и парка на Крестовском острове в Ленинграде соединены очень разные приёмы и методы воплощения национальной и исторической идентичности в объекте современной культуры. Изобретённые Никольским графики «прямоточного движения» масс людей возрождают древний образ холма-кургана. В образах «торчков на просторе» [А.И Леонидов о ландшафте Петрограда] градостроительные идеи Петра I соединяются с картинами простора в допетровской архитектуре. Можно сказать, что в «Утопии Никольского» образы бесконечности «Утопии Петра» доводятся до своего логического предела, повторяясь даже в микроландшафте «Гидропарка».

Талант раз за разом вырабатывать новые подходы к уже известным проектным задачам парадоксальным образом сплетается у А.С. Никольского со стремлением разобраться в истоках русского зодчества и его преломлениях в современности. Известно, что Никольский изучал деревянную архитектуру Русского Севера в многочисленных экспедициях, но в творческом наследии Никольского сохранилось и множество «графических штудий» итальянских и византийских памятников каменного зодчества, которые повлияли на становление русской архитектуры. Наследие византийской и итальянской культур переосмыслено Никольским в работах разных периодов. Думается, что изучение опыта столь талантливого и вдумчивого обращения не к внешним стилевым аналогиям, а к внутренним структурным принципам может стать одним из фундаментальных источников поиска путей для утверждения идентичности русской культуры и её развития в будущем.

Никольский допускал возможность создания самых разных, в том числе экстравагантных и рискованных архитектурных форм. Вспоминается фраза Гоголя о том, что «каждая вещь может быть хороша, когда хороша в своём роде». А ведь это обоснование правомерности эклектики, которую Никольский, как и большинство его современников, порицал за беспринципность. Осознавалось ли тогда это противоречие?

В ходе прений появились новые вопросы, в ответах на которые О.И. Явейн дополнил ряд высказанных им в докладе положений и наблюдений, но ясно, что требуются усилия теоретиков, экспериментальные, поисковые проекты. Что станет новой архитектурой, покажет её современная практика. В выступлениях участников обсуждения можно выделить несколько сквозных тем, по которым их позиции не всегда совпадали, вызывая дискуссии, что подчёркивает их актуальность и остроту.

Личность. Многие участники заседания обратили внимание на утверждаемую в монографии и докладе О. И. Явейна доминирующую роль личностного начала в творческом методе Никольского.

Докладчик сосредоточился на образе мысли, стиле жизни мастера и чертах его характера. Вне этого контекста немыслимо понимание сущности переживания национальной архитектурной культуры, неотделимого от мироощущения и мировосприятия зодчего. Без этого не сложился бы и творческий путь Никольского, не проявилось бы национальное начало в его новаторской архитектуре. Благодаря такому контексту раскрываются многие нюансы и неявные грани формотворчества этого выдающегося мастера.

О принципах освоения исторического наследия. Большинство выступавших рассматривали поиски методов освоения и преобразования традиций русской допетровской архитектуры в контексте более общих принципов освоения

исторического наследия. Они отдавали должное глубине мысли мастера, но всё же нередко исходили из тех принципов, которые Никольский отрицал.

Смеховая культура и архитектурный карнавал. При соотнесении мироощущения Никольского со средневековой смеховой культурой особый интерес вызвал тезис, что каламбуры и приёмы ведения полемики у Никольского непосредственно переходят в приёмы и полемического рисования, и архитектурного проектирования, непосредственно связанные с преобразованием допетровских архитектурных построений в авангардные.

Выступающими отмечалось, что представленное творчество Никольского, о котором до того было мало что известно, на них произвело сильное впечатление. Мастер большого таланта с прекрасным дореволюционным профессиональным образованием, глубоким знанием древнерусской и византийской архитектуры внёс значимый вклад в развитие советской архитектуры не только авангардного, но и поставангардного периодов. Пример Никольского показывает, что только глубокие знания о фундаментальных основах архитектуры являются опорой поддержания преемственности даже между радикально различающимися периодами и явлениями в истории архитектуры. Это принципиально важно сегодня, когда стоит задача сохранить многоликие ценности прошлого и создать на их основе новую российскую архитектуру, обладающую подлинной самобытностью и высокой международной конкурентоспособностью.

Академик РААСН И.А. Бондаренко

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 178–180.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 178–180.

События

Творческий путь Рахманова Виктора Алексеевича – руководителя Института ВНИИжелезобетон



16 августа 2026 года исполняется 85 лет Виктору Алексеевичу Рахманову – заслуженному строителю Российской Федерации, заслуженному изобретателю Российской Федерации, члену-корреспонденту РААСН, профессору, почётному деятелю науки и техники города Москвы, научному руководителю и председателю Совета директоров ООО «Институт ВНИИжелезобетон». Имя его хорошо известно в профессиональной среде строителей, технологов, исследователей бетона и железобетона, организаторов отечественной строительной науки, а деятельность связана с развитием производственной базы строительной индустрии, созданием и внедрением новых материалов, и технологий, сохранением преемственности научной школы ВНИИжелезобетона.

Виктор Алексеевич родился в семье строителей и вместе с родителями побывал на стройках Сибири и Дальнего Востока. Родители строили Братскую ГЭС в сибирской тайге, а сам он в городе Братске окончил первый исторический вечерний выпуск десятого класса школы № 4, совмещая учёбу с работой учеником плотника в СМУ «Жилстрой».

После окончания в 1963 году с отличием политехнического института в Баку В.А. Рахманов по комсомольской путёвке вернулся в Восточную Сибирь. Он работал на объектах Братскгэсстроя, участвовал в возведении РМЗ и ТЭЦ-6 Братского лесопромышленного комплекса. Здесь он получил непосредственный опыт работы с монолитным и сборным железобетоном, прошёл практическую школу организации строительства.

Работая в лаборатории теории железобетона (где руководителем был А.А. Гвоздев) НИИЖБа Госстроя СССР, Виктор Алексеевич в 1968 году окончил аспирантуру и был направлен старшим научным сотрудником во ВНИИжелезобетон, где прошёл все ступени до генерального директора, научного руководителя и председателя Совета директоров института.

С 1982 года В.А. Рахманов возглавил ВНИИжелезобетон – головной в СССР Всесоюзный институт заводской технологии производства сборных железобетонных конструкций и изделий. К тому времени институт уже обладал высоким научным авторитетом: его сотрудники были удостоены Ленинской премии и трёх премий Совета Министров СССР.

Под руководством Виктора Алексеевича была укреплена и значительно развита научно-производственная, испытательная и лабораторная база института. Были построены новый опытный завод «Юникон-ЗСК», испытательный центр с уникальным оборудованием ИЦ «НИИЦстром» и лабораторно-офисный корпус «Плеханова-4». Это позволило ВНИИжелезобетону выполнять функции ведущего центра технологической науки, способного доводить собственные разработки до производства и стройплощадки.

В институте В.А. Рахмановым было создано новое научное направление технологической механики материалов и конструкций с заданными свойствами. Его основой стали лабораторные испытания с моделированием эксплуатационных воздействий на образцах в замкнутых электрогидравлических испытательных системах ИЦ «НИИЦстром». Этот подход позволял создавать материал и изделие в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

На этой базе были получены высокоэффективные материалы и изделия: железобетонные шпалы, высокопрочные бетоны на основе ВНВ, бетонполимеры, сталефибробетоны и новые виды арматуры.

Значительное место в научно-технической биографии В.А. Рахманова занимают работы по химизации технологии бетона. Разработанные институтом первые отечественные суперпластификаторы на основе меламина, суперпластификаторы 40-03, ФОК и пластификаторы ЛСТМ, на основе отходов нефтехимии и лесопереработки, стали важным этапом в развитии отечественной технологии бетонных смесей и были удостоены премии Ленинского Комсомола.

Особый комплекс работ, выполненных институтом под руководством В.А. Рахманова совместно с воинской частью Минобороны, составила технология бетонов на основе вяжущих низкой водопотребности (ВНВ).

Эта технология впервые в мировой практике позволяла получать бетоны прочностью более 100 МПа либо снижать расход цемента в два-три раза при производстве бетонов прочностью 30–50 МПа для массового строительства. Для отечественной строительной индустрии эти разработки имели принципиальное значение. Институтом ВНИИжелезобетон совместно с «Амторгом» в Нью-Йорке было заключено соглашение о создании первого американо-советского совместного предприятия по внедрению ВНВ за рубежом. Для исключения конкуренции это соглашение в последствии было денонсировано цементным концерном «Скансем», владельцем американского завода ЖБИ. В отечественной технологии бетонов эти разработки во многом предвосхитили современные подходы к управлению структурой цементных вяжущих.

В середине 1980-х годов В.А. Рахмановым были предложены инновационные решения по шурупно-дюбельным клеммным рельсовым скреплениям и железобетонным шпалам со стержневой арматурой для магистральных железных дорог, надолго опередившие своё время. И лишь многие годы спустя они стали базовыми техническими решениями современных конструкций верхнего строения пути МПС.

Не менее важным было развитие автоматизированных линий по производству струнобетонных шпал, передовых технологий и оборудования конвейерных линий для изготовления изделий крупнопанельного домостроения и специального железобетона.

Трудный период наступил в 1990-е годы, когда многие научные организации оказались перед угрозой распада и утраты специалистов. Для ВНИИжелезобетона этот период стал проверкой на прочность. В.А. Рахманов сумел сохранить институт, удержать его профессиональное ядро и вывести организацию в число ведущих институтов строительной отрасли современной России. Это был не только административный успех, но и важный вклад в сохранение отечественной инженерной школы.

В 1994 году, после перехода института в ведение Москвы, начался новый этап его развития. При поддержке городских властей удалось развить производственные площадки, необходимые для работы института. В этот период ВНИИ-железобетон получил заказы московского стройкомплекса. Именно тогда особенно ярко проявилась способность В.А. Рахманова действовать на стыке науки, производства и развития городского строительства.

Главным направлением этого периода стало создание и внедрение энергоэффективных особо лёгких полистиролбетонов системы «Юникон». Во главе с Виктором Алексеевичем институт выполнил масштабный комплекс работ по созданию этого материала, технологии его производства и строительной системы его применения. Эти работы были удостоены Премии Правительства Российской Федерации по науке и технике.

В.А. Рахмановым была предложена и реализована на практике принципиально новая концепция «тёплых домов» с однослойными ограждающими конструкциями системы «Юникон», позволившими отказаться от более сложных многослойных стен, упростить конструкцию и обеспечить высокие теплотехнические показатели здания.

Впервые в мировой практике Госстроем России был утверждён разработанный ОАО «ВНИИжелезобетон» ГОСТ Р 51263-99 на полистиролбетон. Этот документ стал основой развития в стране теплоэффективного строительства. Институтом была создана импортозамещающая промышленная технология и оборудование для выпуска изделий и конструкций из сверхлёгкого полистиролбетона, превосходящих по свойствам передовые зарубежные аналоги.

Были разработаны нормы проектирования армированных конструкций из особо лёгкого полистиролбетона и впервые освоено промышленное производство и применение в строительстве полистиролжелезобетона. Построен завод «Юникон-ЗСК» – первое в России отечественное производство полной номенклатуры полистиролбетонных изделий и армированных конструкций для строительства энергоэффективного жилья системы «Юникон». В стране были созданы десятки предприятий по выпуску полистиролбетонных изделий по технологии института, а сама система получила широкое применение в Московском регионе, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге и других регионах России.

В настоящее время по системе «Юникон» построено более 18 млн кв. м. ресурсосберегающего жилья и объектов соцкультбыта. Импортозамещающая технология ВНИИжелезобетона защищена 58-ью патентами Роспатента.

В последние годы институт впервые в России и за рубежом создал и запатентовал негорючий полистиролбетон. Для его производства и применения был введён в действие комплекс нормативных документов по новой строительной



ЖК «Новое Медведково». Город Мытищи Московской области

системе «Юникон-3», не требующей противопожарной облицовки. Эти работы открывают новый этап массового применения отечественного теплоизоляционно-конструкционного материала в строительстве энергосберегающих зданий.

В.А. Рахманов является автором более 400 научных работ, в том числе 117-ти патентов и авторских свидетельств.

Он является одним из основателей двух старейших в стране ведущих отраслевых объединений в строительстве – Российского Союза строителей и Российского общества инженеров строительства.

Государственные и общественные награды В.А. Рахманова отражают масштаб его вклада в отрасль. Он награждён Орденом Почёта и тремя медалями. Является лауреатом Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, почётным строителем России, почётным строителем города Москвы, заслуженным строителем Московской области. Его деятельность отмечена многими медалями и дипломами Российской академии архитектуры и строительных наук, знаком Мэра Москвы «За безупречную службу городу Москве. XL», знаком Губернатора Московской области «За полезное», Почётным знаком Минстроя России и почётными грамотами Совета Федерации, Государственной Думы, Минрегиона, Минстроя и Минпромторга россии.

В 2022 году монография В.А. Рахманова «Полистиролбетон системы “Юникон” – энергоэффективный материал XXI века» была удостоена Золотой медали на конкурсе лучших работ РААСН. В 2024 году за значительный личный вклад в научно-технические успехи института он награждён Большой медалью РААСН.

Сегодня В.А. Рахманов продолжает активную научную деятельность. При его ведущем участии выпускаются новые публикации, нормативные документы и оформляются патенты, им издаются книги по истории ВНИИжелезобетона. Он продолжает участвовать в работе Академии, профессиональных объединений и института, оставаясь для коллег носителем опыта и авторитета, сформированного десятилетиями плодотворной работы.

В.А. Рахманов принадлежит к поколению специалистов, для которых развитие строительной отрасли было делом личной ответственности. Его работа в институте ВНИИжелезобетон стала частью истории отечественного железобетона. Вклад Виктора Алексеевича в эту историю определяется не только отдельными научными результатами, но и сохранением и развитием научной школы института, созданием его современной испытательной опытно-производственной базы.

Обращаясь к его многолетнему профессиональному пути, можно видеть пример редкого сочетания талантов учёного и руководителя. Виктор Алексеевич Рахманов продолжает оставаться одним из ведущих представителей отечественной строительной науки в области заводской технологии производства сборного железобетона и полистиролбетона, оценки их прочности при динамических нагрузках, строительства энергоэффективных зданий с применением теплосберегающего полистиролбетона.

Академик В.И. Травуш,
вице-президент РААСН



Завод ООО «ЮНИКОН-ЗСК



Институт ВНИИжелезобетон

Юбиляры

21 июля исполнилось 70 лет академику МААМ, члену-корреспонденту РАХ, члену-корреспонденту РААСН **Виссарионову Юрию Геннадьевичу**

25 июля исполнилось 80 лет заслуженному архитектору Российской Федерации, профессору МААМ, члену-корреспонденту РААСН **Чурилову Виктору Алексеевичу.**

2 августа отметила юбилей доктор архитектуры, профессор, почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, академик РААСН **Елена Александровна Ахмедова.**

3 августа исполнилось 60 лет кандидату архитектуры, доктору исторических наук, профессору, члену-корреспонденту РААСН **Туманику Артемию Геннадьевичу.**

16 августа 2026 года исполнилось 85 лет кандидату технических наук, профессору, заслуженному изобретателю Российской Федерации, заслуженному строителю Российской Федерации и Московской области, почётному строителю России и города Москвы, почётному деятелю науки и техники города Москвы, действительному члену РИА, члену-корреспонденту МИА, члену-корреспонденту РААСН **Виктору Алексеевичу Рахманову.**

23 августа исполнилось 80 лет почётному архитектору России, члену-корреспонденту РААСН **Миронову Евгению Игоревичу.**

29 августа 2026 года исполнилось 80 лет доктору технических наук, дважды лауреату премии Правительства РФ в области науки и техники, почётному строителю города Москвы, академику РААСН **Семёну Суреновичу Каприелову.**

11 сентября отметила юбилей доктор архитектуры, доцент, член-корреспондент РААСН **Сапрыкина Наталия Сергеевна.**

Новые книги

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 182.
Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 182.



Грани великой мечты : архитектура Российской государственной библиотеки / Н.Ю. Васильев, И.В. Малахова, Е.Б. Овсянникова [и др.] ; редактор-составитель, автор вступительной статьи – А.В. Карагодин. Ленинка. Фотоальбом / Михаил Розанов. – Москва : Российская государственная библиотека, 2026.

ISBN 978-5-7510-0976-2.

Издание подготовлено в честь 100-летия преобразования Библиотеки Румянцевского музея в Государственную библиотеку имени В.И. Ленина

В научной монографии впервые реконструируется история сооружения комплекса новых зданий Государственной библиотеки СССР имени В.И. Ленина в Москве (ныне Российской государственной библиотеки). Рассмотрены все этапы – от решения о необходимости строительства и архитектурного конкурса 1928–1930 годов, в котором приняли участие ведущие зодчие страны, до завершения строительства в 1958 году, бытования здания Библиотеки в последующее десятилетие и долгожданных реставрационно-реконструкционной работы наших дней. Повествование богато иллюстрировано изображениями из фондов Государственного музея архитектуры имени А.В. Щусева и архива Российской государственной библиотеки, многие из которых публикуются впервые.

Авторский коллектив: Н.Ю. Васильев, кандидат искусствоведения, доцент; И.В. Малахова, заслуженный работник культуры Российской Федерации; Е.Б. Овсянникова, кандидат архитектуры, доцент; М.В. Честных (Российская государственная библиотека); Т.И. Щегольков (Российская государственная библиотека); художественная фотография М.В. Розанов; дизайн издания – ABCdesign.

Некрологи

5 июля на 80-м году ушла из жизни доктор архитектуры, профессор, заслуженный архитектор Российской Федерации, член-корреспондент РААСН **Наталия Алексеевна Сапрыкина.**

Оригинал-макет подготовлен в информационно-издательском отделе РААСН.
Адрес: 119019, Москва, Новый Арбат, 19.
Подписано в печать 21 сентября 2026 г. Формат 60x90/8.
Отпечатано в типографии ООО «ПРИНТ-РУ». 443070, Самарская область, г. Самара, ул. Верхне-Карьерная, 3а, оф. 1.
Журнал зарегистрирован в МПТР России. Регистрационный номер ПИ №77–9590 от 10.08.01.
Подписной индекс по Объединенному каталогу «Пресса России» – 14471.
© РААСН, 2026
Требования к материалам, представляемым для публикации в журнале, размещены на сайте РААСН: www.raasn.ru.

Фотография на 3-ей странице обложки взята из открытого доступа сети Интернет (https://clck.ru/3Vt9Hj).