

Academia. Архитектура и строительство. №4, 2023, 188 с.

Журнал издается федеральным государственным бюджетным учреждением
«Российская академия архитектуры и строительных наук» (РААСН)
при поддержке федерального государственного бюджетного учреждения
«Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры
и строительных наук»

Academia. Architecture and Construction. №4, 2023, 188 p.

The journal is published by Federal State Budgetary Institution
‘Russian Academy of Architecture and Construction Sciences’ (RAACS)
Federal State Budgetary Institution ‘Research Institute of Building Physics of RAACS’

Редакционный совет:

Бок Томас, иностранный член РААСН
Ерофеев В.Т., академик РААСН
Збичак Артур, иностранный член РААСН
Ильичев В.А., академик РААСН
Ковачев А.Д., иностранный член РААСН
Крадин Н.П., член-корреспондент 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., член-корреспондент 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
Щесняк Вацлав, иностранный член 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
Вуйчицкий Збигнев, иностранный член РААСН
Гельфонд А.Л., академик РААСН
Казарян А.Ю., академик РААСН
Кайтуков Т.Б., советник РААСН
Карпенко Н.И., академик 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
Табунщиков Ю.А., член-корреспондент РААСН
Федосов С.В., академик РААСН
Шитикова М.В., советник РААСН,
Штиглиц М.С., член-корреспондент РААСН
Шубенков М.В., академик РААСН
Шубин И.Л., член-корреспондент РААСН

Редакторы *Г.И.Розунова, И.И.Терехова, К.Ю.Сотников*
Компьютерная верстка *Т.А.Негрозовой*
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); 5.10.3 (архитектура).

Рецензенты номера: Е.А.Ахмедова, И.А.Бондаренко, А.Г.Вайтенс, Т.Н.Вятчина, Н.В.Касьянов, Т.А.Корнилов, Ю.Л.Косенкова, С.Д.Митягин, Е.Г.Прохорская, Н.А.Рочегова, А.М.Салимов, В.А.Самогоров, И.Б.Самойленко, Н.С.Сапрыкина, Ю.Д.Старостенко, О.В.Тараканов, В.И.Травуш, И.И.Терехова, В.А.Ушков, В.С.Федоров, Л.И.Холодова, Э.А.Шевченко

Графические и фотоматериалы предоставлены авторами статей, и редакция не несёт ответственность за авторство иллюстративных материалов

Table of Contents

To the 300th Anniversary of the Founding of the Academy of Sciences and Arts in St. Petersburg

Researches and Theory Architecture

Urban Planning

Construction Sciences

reviews

Events

Reviews

- 5 The Unity of the Image and the Regularity of Space: to the 300th Anniversary of the Founding of the Academy of Sciences and Arts in St. Petersburg and the first University of the Russian Empire. *D.O. Shvidkovsky, D.V. Shmonin*
- 14 Contemporary Architecture in Russia: Thirty Years of Experience. *G.V. Esaulov, L.G. Esaulova*
- 26 Architectural and Planning Environment of the Historical Settlements of Kyanda and Solozero on the Coast of the White Sea. Traditions and Transformations. *T.V. Zhigaltsova, A.B. Bode*
- 37 Unknown Plan of Tambov in 1780 (Archival Discoveries). *N.V. Gryaznova*
- 43 The History of Development of Hospices Located within the Boundaries of Cities. *A.R. Klochko*
- 51 Prospects for the Construction and Development of the Architecture of Multi-Storey Timber Civil Buildings. *V.S. Afonin*
- 58 Architectural Knowledge in the UDC, BBK and GRNTI Classifiers: Meaningful Aspect. *K.V. Kiyanenka*
- 64 Science in the Space of Saint-Petersburg: Formation. *N.R. Frezinskaya, K.I. Sergeev*
- 73 The Origin of the St. Petersburg Agglomeration. Patterns of the Initial Stage of Urbanization. Part 2. *Y.P. Panibratov, L.P. Lavrov, E.G. Molotkova*
- 82 Formation of the Concept of a Residential Microdistrict in the Soviet Urban Planning of the 1930s. *E.V. Konyshva*
- 93 The Reconstruction of Post-War Stalingrad and Preservation of Monuments of Military History in Modern Volgograd-City. *G.A. Ptichnikova*
- 100 Semantic Aspect of the Formation of the Identity of the Architectural and Spatial Environment of New Capital Cities. Part 1. Philosophy of the Capital City. *N.G. Blagovidova, O.A. Ivanova*
- 110 Decision Support System in the Field of Urban Planning: The Experience of the International Project CRISALIDE. *S.Yu. Trukhachev, E.Yu. Batunova, E.O. Khiteva*
- 118 "Smart Landscape" of City Park. *O.V. Volichenko, T.O. Tsurik*
- 127 Stability Analysis of Reinforced Concrete Building Frames under Ultimate States. *S.Y. Savin, N.V. Fedorova, V.I. Kolchunov*
- 138 Phase Composition of Hydration Products of Portland Cement Mechanically Activated in a Vortex Layer Apparatus with Additives of Various Nature. *R.A. Ibragimov, E.V. Korolev*
- 145 Fire- And Bio-Protective Sandwich Coatings for Wood with Nanodispersed Silica. *E.N. Pokrovskaya, O.P. Poltarukha*
- 153 Progressive Collapse: Facts, Potential Causes, Evaluation of Analysis Methods by Materials Consumption. *H. Abdullah, V.N. Alekhin, M.V. Pletnev*
- 159 Tramway Condition Impact on the Vibration Effect. *V.A. Smirnov, L.M. Chechulina*
- 166 "Artificial Intelligence" or "Logical Discussion and Reasonable Solutions" in Technical Diagnostics of Construction Projects. *G.G. Kashevarova*
- 181 The Delegation of RAACS–MARCHI Took Part in the Work of the First Chinese-Russian Forum on Architecture and Urban Planning, Held in China at Beijing Jiaotong University on September 16–19
- 182 Georgy Esaulov. Painting. Graphic Arts
- 184 New Books
- 184 Persons Whose Jubilees are Celebrated
- 185 Maria Nashchokina's New Book "Russian Manor of the Late 19th – Early 20th Centuries. Image and Style" – is a Kind of Requiem for Manor Culture of Russia at the End of the 19th – Beginning of the 20th Century. *A.P. Kudryavtsev*

Содержание

К 300-летию основания Академии наук и художеств в Санкт-Петербурге

исследования и теория архитектура

5 Единство образа и регулярность пространства: к 300-летию основания Академии наук и художеств в Санкт-Петербурге и первого университета Российской империи. *Д. О. Швидковский, Д. В. Шмонин*

14 Современная архитектура в России: опыт тридцатилетия. *Г. В. Есаулов, Л. Г. Есаулова*

26 Архитектурно-планировочная среда исторических поселений Кянда и Солозеро на побережье Белого моря. Традиции и трансформации. *Т. В. Жигальцова, А. Б. Бодэ*

37 Неизвестный план Тамбова 1780 года (архивные открытия). *Н. В. Грязнова*

43 История развития хосписов, расположенных в границах городов. *А. Р. Клочко*

51 Перспективы строительства и развития архитектуры многоэтажных деревянных гражданских зданий. *В. С. Афонин*

58 Архитектурное знание в классификаторах УДК, ББК и ГРНТИ: содержательный аспект. *К. В. Кияненко*

градостроительство

64 Наука в пространстве Санкт-Петербурга: становление. *Н. Р. Фрезинская, К. И. Сергеев*

73 Зарождение Санкт-Петербургской агломерации. Закономерности начального этапа урбанизации. Часть 2. *Ю. П. Панибратов, Л. П. Лавров, Е. Г. Молоткова*

82 Формирование концепции жилого микрорайона в советском градостроительстве 1930-х годов. *Е. В. Кобышева*

93 Восстановление послевоенного Сталинграда и сохранение памятников военной истории в современном Волгограде. *Г. А. Птичникова*

100 Семантический аспект формирования идентичности архитектурно-пространственной среды новых городов-столиц. Часть 1. Философия города-столицы. *Н. Г. Благовидова, О. А. Иванова*

110 Система поддержки принятия решений в области градостроительного планирования: опыт международного проекта «CRISALIDE». *С. Ю. Трухачёв, Е. Ю. Батунова, Е. О. Хитёва*

118 «Умный ландшафт» городского парка. *О. В. Воличенко, Т. О. Цурик*

строительные науки

127 Устойчивость железобетонных каркасов зданий в запредельных состояниях. *С. Ю. Савин, Н. В. Фёдорова, В. И. Колчунов*

138 Фазовый состав продуктов гидратации портландцемента, механоактивированного в аппарате вихревого слоя с добавками различной природы. *Р. А. Ибрагимов, Е. В. Королёв*

145 Огне- и биозащитные сэндвичевые покрытия для древесины с добавлением нанодисперсного золя кремнезема. *Е. Н. Покровская, О. П. Полтаруха*

153 Прогрессирующее обрушение: факты, возможные причины, оценка методов анализа по расходу материалов. *Х. Абдуллах, В. Н. Алёхин, М. В. Плетнёв*

159 Влияние состояния конструкции пути на вибрационное воздействие от трамваев. *В. А. Смирнов, Л. М. Чечулина*

обзоры

166 «Искусственный интеллект», или «логические рассуждения и разумные решения» в технической диагностике объектов строительства. *Г. Г. Кашеварова*

события

181 Делегация РААСН–МАРХИ 16–19 сентября приняла участие в работе I Китайско-Российского Форума по архитектуре и градостроительству, состоявшегося в Китае в Пекинском Цзяотун университете

182 Георгий Есаулов. Живопись. Графика

184 Новые книги

184 Юбиляры

Рецензии

185 Новая книга Марии Нащокиной «Русская усадьба конца XIX – начала XX века. Образ и стиль» – своеобразный реквием усадебной культуре России конца XIX – начала XX века. *А. П. Кудрявцев*



Портрет Петра Великого. А.П. Антропов. 1770 год

Единство образа и регулярность пространства: к 300-летию основания Академии наук и художеств в Санкт-Петербурге и первого университета Российской империи

Швидковский Дмитрий Олегович (Москва). Доктор искусствоведения, профессор. Ректор Московского архитектурного института (государственной академии) (Россия, 107031, Москва, ул. Рождественка, 11/4, кор. 1, стр. 4. МАРХИ), президент РААСН, вице-президент Российская академия художеств (Россия, 119034, Москва, ул. Пречистенка, 21. РАХ). Эл. почта: shvidkovsky@gmail.com

Шмонин Дмитрий Викторович (Санкт-Петербург). Доктор философских наук, профессор. Директор Института теологии Санкт-Петербургского государственного университета (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9. СПбГУ). Эл. почта: d.shmonin@spbu.ru

Аннотация. В статье, которая посвящена юбилею Российской академии наук и Санкт-Петербургского государственного университета, даётся оценка истории архитектурно-планировочного замысла и развития материального наследия с точки зрения как опыта организации научно-технологических прорывов, так и социально-культурной, духовной составляющей единого научно-образовательного пространства, создание которого началось волей императора Петра I. Единство замысла основателя Санкт-Петербурга отразилось в полной мере в пространстве реальном, не только в архитектуре и градостроительстве, но и в целом в смысловых основах пространственной организации императорской России, наследие которой мы можем и должны использовать в сегодняшнем преобразовании нашей страны, которая вновь нуждается в технологическом прорыве в условиях глобального противостояния со «старыми центрами силы».

Ключевые слова: Академия наук, Санкт-Петербургский университет, художества и науки, архитектурное образование, ценности, смыслы

Для цитирования. Швидковский Д.О., Шмонин Д.В. Единство образа и регулярность пространства: к 300-летию основания Академии наук и художеств в Санкт-Петербурге и первого университета Российской империи // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 5–13. – DOI:10.22337/2077-9038-2023-4-5-13.

The Unity of the Image and the Regularity of Space: to the 300th Anniversary of the Founding of the Academy of Sciences and Arts in St. Petersburg and the first University of the Russian Empire

Shvidkovsky Dmitry O. (Moscow). Doctor of Art History, Professor. Rector of the Moscow Institute of Architecture (State Academy) (11, Rozhdestvenka st. 11, Moscow 107031. MARCHI), President of the RAASN, Vice President of the Russian Academy of Arts (21, Prechistenka st. Moscow 119034). E-mail: shvidkovsky@gmail.com

Shmonin Dmitry V. (St. Petersburg). Doctor of Philosophical Sciences, Professor. Director of the Institute of Theology of St. Petersburg State University (7–9 Universitetskaya Embankment, St Petersburg, Russia, 199034. SPbU). E-mail: d.shmonin@spbu.ru

Annotation. The article, which is dedicated to the anniversary of the Russian Academy of Sciences and St. Petersburg State University, assesses the history of architectural planning and the development of material heritage from the point of view of the

experience of organizing scientific and technological breakthroughs, as well as the socio-cultural, spiritual component of a single scientific and educational space, the creation of which began by the will of Emperor Peter I.

The unity of the idea of the founder of St. Petersburg was fully reflected in the real space, not only in architecture and urban planning, but in general in the semantic foundations of the spatial organization of Imperial Russia, whose legacy we can and must use in today's transformation of our country, which again needs technological breakthrough in the context of a global confrontation with the "old centers of power".

Keywords: Academy of Sciences, St. Petersburg University, arts and sciences, architectural education, values, meanings

For citation. The Unity of the Image and the Regularity of Space: to the 300th Anniversary of the Founding of the Academy of Sciences and Arts in St. Petersburg and the first University of the Russian Empire. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 5–13, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-5-13.

Юбилей Российской академии наук и Санкт-Петербургского государственного университета [1; 2, с. 8] – серьёзный повод взглянуть на задачи, которые стоят сейчас перед страной, через призму отечественного исторического опыта.

Напомним, что 28 января (по новому стилю – 8 февраля) 1724 года императором был подписан указ Правительствующему Сенату и Проект учреждения Академии «с назначением на содержание оной доходов» [3, т. VII, с. 220]. В этом государственном акте «об учинении» российской науки и университетского образования говорится: «К расположению художеств и наук употребляются... два образа здания: первой образ называется Университет; второй Академия или соиетет художеств и наук... Университет есть собрание учёных людей, которые наукам высоким, яко теологии и юриспруденции, медицины и философии... младых людей обучают» [3; 4, с. 31].

По хорошо изученным причинам [4, с. 31–32] император решил соединить просвещение, науку и искусства в едином образе. Поэтому мы говорим здесь не только о единстве истории Российской академии наук и Петербургского университета [5, с. 9], но также отсчитываем от указанной выше даты начало деятельности творческих отраслевых академий – Российской академии художеств и Российской академии архитектуры и строительных наук [6].

Постараемся показать, что в основе впечатляющего петровского замысла лежала идея регулярности, единства цели, объединения сил и ресурсов, так же как и в его идее пространственного развития России.

Напомним, что Пётр I имел перед собой несколько проектов организации системы науки и образования. Немецкие учёные-просветители, Готфрид Вильгельм Лейбниц и Христиан Вольф, с которыми царь был знаком лично, предлагали варианты, близкие по духу протестантскому Просвещению и тяготевшие к практико-ориентированному взаимодействию «соиететов учёных» (академий наук) и университетов [7], причём Вольф рекомендовал начать с учреждения университета в Санкт-Петербурге [8, S. 12–15, 168–170;]. Сподвижники Петра, среди которых выделялся автор Духовного регламента и реформы церковного образования архиепископ Феофан

(Прокопович), советовали Петру иное: прежде чем открывать университет, собрать одарённых детей, дабы подготовить их к восприятию высших наук в особой гимназии или семинарии. «Когда Бог благословит отроческий дом сей, – предлагал архиепископ Феофан, – тогда от числа наученных в нём явятся изрядные учителя, которые возмогут и великую академию учить и управлять» [9, с. 65, прим. 46.].

Однако император, остро чувствующий потребности государства и дефицит времени, организационно объединил учреждения и решаемые задачи. Он создал Академию наук и художеств, при которой предполагалось открыть университет и гимназию. В качестве академиков, которые одновременно должны были стать профессорами университетских кафедр, решено было приглашать признанных европейских учёных. Спустя год, уже после кончины Петра, это повеление начало осуществляться [10] в новой столице Российской империи – Санкт-Петербурге, который сам по себе также являлся материальным воплощением государственного замысла Петра I [11; 12].

Это было, говоря словами замечательного историка образования и педагогической мысли в России С.В. Рожественского, «начало новой традиции высшего научного образования» [13, с. 157; 14, с. 204 и далее]. Характер проекта создания университета и гимназии при Академии наук отражал позицию главы государства. Прежде всего, речь идёт об осознании императором Петром Великим необходимости обеспечить преемственность между уровнями образования и наладить саму систему подготовки кадров для науки. Кроме того, – о понимании царём того, что в основе профессиональных, прикладных, ремесленных знаний, даваемых различными профильными учебными заведениями, должна лежать фундаментальная наука и классическое (в широком смысле) университетское образование.

«Чтобы “водворить художества и ремёсла”, необходимо было “расплодить науки”; чтобы в науке не оставаться вечными учениками иностранцев и “людей своих елико мощно скорее обучити”, необходимо “завести” свою науку, создать учреждение, в котором “художества и науки в своём состоянии производятся”. В такой последовательности... располагались замыслы Петра, приведшие его “к сочинению

социетета наук”, – комментирует С.В. Рождественский [13, с. 157]. «Наконец, при Екатерине I в 1727 г. регламент трактовал академию, главным образом, как учебное учреждение... академия и университет уже не различались...» [13, с. 158–159].

С.В. Рождественский упоминает невысокие оценки, данные М.М. Сперанским и графом Д.А. Толстым эффективности созданной Петром I трёхчастной системы, с учётом изменений, внесённых при его наследниках в XVIII веке [13, с. 160; 14]. Так, по мнению М.М. Сперанского, из-за учреждения Академии наук российское просвещение оказалось перевёрнуто с ног на голову. Идти надо было снизу вверх, начиная с народных школ. В том же духе рассуждает и Д.А. Толстой, видя в петровском проекте лишь заимствование, глядя на которое, «общество приучалось смотреть на себя, как на европейски образованное, не замечая, что из Европы взята одна внешность, одно подобие образования, а не его сущность» [10]. С.В. Рождественский, не соглашаясь с этими мнениями, указывает на «глубокое положительное значение принципа, на котором зиждился опыт соединения Академии наук с Университетом и гимназией» [13, с. 161]. В этом он видит не «случайный эпизод», а историческую логику, сплачивающую народное просвещение, высшее «фундаментальное» и высшее профессиональное («искусства» во всём их разнообразии) образование, а также прикладную и теоретическую науку в одну систему. Эта логика осталась актуальной и в наши дни.

Ведущие университеты, сохраняющие, распространяющие и развивающие фундаментальное естественнонаучное и социогуманитарное знание, обязаны иметь тесную связь не только с высшими и средними профессиональными учебными заведениями, которые нередко включают в свою структуру, но и с «приготовительным» к университету образовательным уровнем – школой. Для средней школы университет «всегда должен быть рассадником педагогических сил», а «содержание и высота гимназического курса» должны соотноситься с «интересами университетской науки» [13, с. 161]. Таким образом формулируется принцип «органической связи между школами всех степеней – высшими, средними, низшими» [13, с. 161] и закладывается прообраз будущего методологического и педагогического шефства университета над школой, который найдёт своё воплощение в «гумбольдтовском» университете XIX века – модели, о которой мы должны вспомнить при современной реформе российского образования, в том числе инженерного, художественного и архитектурного.

К этому следует добавить, что Петром был заложен принцип государственной опеки и прямого правительственного заказа как науке, так и высшей школе. Это было время напряжённых усилий по модернизации страны, поэтому утилитарный университет XVIII столетия в отличие от автономно-корпоративного средневекового университета (и в отличие от будущих форм организации высшего образования [15]), отличался отчётливо государственным характером, прямой

вертикальной подчинённостью начальству и практически полным отсутствием академических прав профессорской корпорации «в эпоху преобладания профессионально-словных интересов» [13, с. 162].

Любопытен выполненный С.В. Рождественским анализ структуры ранней Академии наук и её подразделений. Отмечая общеобразовательный характер академического Университета, учёный сравнивает перечень факультетов (юридический, медицинский и философский) с отделениями (классами), по которым специализируются академики: 1-й класс – математический; 2-й – физический; 3-й – гуманитарных наук («гуманиора / *studia humaniora*»), истории и прав. Вслед за С.В. Рождественским мы не находим здесь взаимно-однозначного соответствия между факультетами и классами. При этом уже в проекте регламента императрицы Екатерины I грань между собственно Академией и Университетом стирается: «Академия уже не отделялась от Университета, точнее сказать, она рассматривалась как Университет, почему академики и называются профессорами. Соответственно тому отделения или классы Академии (математический, физический и историко-философский) превращались в факультеты. Класс 1-ый, математический, состоящий из 4-х профессоров, выделялся теперь как самостоятельное целое, а не как часть философского факультета. Физический факультет с 5-ю профессорами включал в себя и медицинский, а в состав философского факультета вводилась юриспруденция» [13, с. 163].

На философском факультете сосредоточивалось преподавание гуманитарных и естественных наук – от истории и «древностей» до метафизики, математики и физики. Последний блок дисциплин мог при необходимости читать один человек – профессор математики. Иными словами, в курс университетских наук включались все «свободные искусства», метафизика (философия Нового времени – вплоть до учений тех же Лейбница и Вольфа), а также часть «механических искусств», «доросших» до теоретического университетского уровня и «поступивших» на философский (через физику) или медицинский (через химию и биологию) факультеты.

Обратим внимание читателя на то, что философский факультет в задуманном Петром I Университете не выполняет функции общего факультета, как это было в европейских университетах, скроенных по средневековым лекалам. В Петербурге функции этого «общего бакалавриата» призвана была выполнять Гимназия. Элев (от фр. *élève* – ученик, учащийся, школьник, студент, воспитанник) до перехода из Гимназии в Университет уже должен был быть готов если не к научной специализации, то к работе в определённой области знания. С ним, таким образом, на уровне Гимназии предполагалась профилизация или профориентация учащихся. Если же, паче чаяния, у студента не оказывалось способностей к чистой науке, «к высшим учениям», то уже на стадии обучения в Гимназии элеву могли предложить своего рода «прикладной специалитет», одно из востребованных для государства направление профессионального образования.

Для этого «учреждается Академия художеств, курс которой составляют: арифметика, геометрия, тригонометрия, начала перспективы, архитектура воинская и гражданская, живописное искусство, искусство изваятельное и резное и делание разных моделей» [13, с. 163–164], с дальнейшей возможностью специализации и трудов в самых разных ведомствах и учреждениях Российской империи.

Мы полагаем, что гибкость, многоуровневость и многопрофильность создаваемых и реформируемых на ходу научно-образовательных структур свидетельствовали не только и не столько о тотальном недостатке специалистов, сколько о единстве замысла и об адекватности руководства процессами реформ, а также об умении решать сложный комплекс задач малыми силами, сохраняя и развивая при этом то, что мы сейчас привычно называем человеческим капиталом.

Единство замысла, единство образа не только подтверждаются, но и объективируются, можно сказать, материализуется в одновременном создании академических и отраслевых научно-образовательных структур, ответственных за воплощение разнообразных, но всегда конкретных замыслов императора. Роль Академии наук и художеств в этой схеме представлялась Петру I практической: Академия должна была научно-технически планировать пространство страны, начиная с образца – столицы. При этом речь шла не об абстрактных проектах, а о конкретном городе и жизни в нём, устроенной регулярно. Царь думал также и о том, чтобы эту регулярность можно было масштабировать и воспроизводить в других российских городах. Ещё в Москве образ нового города уже возник в представлениях Петра I в мельчайших бытовых деталях, вплоть до организации уличной торговли [16, с. 327–334]. Способы воплощения своей мечты в жизнь он также, раз начав употреблять, не изменял: «и ежели кто того чинить не будет и за то таковых бить батогами». В Санкт-Петербурге наказания за нарушение предначертанного царём облика города стали только строже. Пётр I стремился к тому, чтобы новая столица могла служить моделью нового государства, своего рода материальным воплощением его мечты о просвещении, науках и искусствах, от которых, в свою очередь, зависит успех развития страны и будущее народа России.

Интересны параллели, связанные с формированием научно-образовательного и архитектурного пространств Санкт-Петербурга.

Пётр полагал, что достаточно создать замысленную им форму города, чтобы она своим новым характером сама изменила содержание жизни. В этом отношении, может быть, наиболее поразительным документом является план новой столицы на Балтике, сделанный собственноручно государем около 1709 года. Пётр предполагал разместить её не на месте Петербурга, а в море, на острове Котлин. Император издал целую серию указов о создании «столичного города» на острове Котлин уже после того, как основал Петропавловскую крепость и Адмиралтейство в будущем Санкт-Петербурге. Эти указы гласили, повторяя друг друга: «объявить шляхетским

тысячи домам, купетским лучшим пятистам, рукомышленным всяких дел тысячи домам, из которых половина те, которые заводы имеют... что им жить на Котлине острове по скончании сей (Северной. – Авт.) войны ...» [17, с. 221] Физической возможности осуществить этот замысел у Петра Великого не оказалось. Никто жить среди моря не согласился, несмотря на царские угрозы. Тем не менее представление монарха о столичном городе осталось тем же. Он заставил архитектора Доменико Трезини при создании плана Петербурга в 1714 году опираться на свои прежние идеи – теперь на будущем Васильевском острове в устье Невы. И здесь было замыслено, а затем создано пространство того же типа, выражавшее своей регулярностью «порядок» жизни в империи.

Нужно сказать, что логика истории Санкт-Петербурга, удивительным, но неуклонным образом утверждала идеи преобразования всей системы знаний в целях быстрого развития новой империи в зримом пространстве города. Это видно особенно хорошо на основании конкретных замыслов и начинаний Петра Великого в предполагавшемся им центре города на Васильевском острове. Основанная царём Кунсткамера стала первым



Проспект Государственных коллегий. Гравюра М.И. Махаева. 1753 г.



Здание Двенадцати коллегий (Санкт-Петербургский государственный университет). Главная галерея. Интерьер. Современный вид. Санкт-Петербург

специализированным научным зданием России. Неслучайно дальнейшее строительство и изменение назначения построек, в том числе спустя столетия после кончины основателя Петербурга, соответствовало именно этим мыслям. Среди примеров – превращение средоточия правительственной власти, здания Двенадцати коллегий, в местопребывание Главного педагогического института и Императорского Санкт-Петербургского университета; долгое проектирование резиденции Академии наук, завершённое в реальности работой Джакомо Кваренги на Университетской набережной. Важно отметить, что эти прославленные здания вошли как важнейшие смысловые и художественные, знаковые акценты в цельный ансамбль классического Петербурга, образ которого является неотъемлемой частью традиционной и современной идентичности народа России и нашего государства.

Многие важнейшие градостроительные особенности Петербурга возникли в правление императрицы Анны Иоанновны. Будет не слишком большим преувеличением сказать, что город был чуть ли не основан заново в 1730-е годы. Важно отметить, что это происходило одновременно с развитием

Академии наук и художеств. Именно тогда в северной столице России появились русские архитекторы с новым европейским образованием. Пётр Великий ещё в 1716 году отправил молодых людей за границу учиться «различным искусствам». Среди них было восемь человек, от которых требовалось изучать архитектуру. Четверо были посланы в Голландию, четверо – в Италию. В Риме у архитектора Себастьяно Чиприани должны были обучаться Пётр Еропкин, Тимофей Усов и Фёдор Исаков. Все находившиеся в Риме ученики обязаны были представить чертежи самой знаменитой из барочных римских церквей Сан Карло-ала-кватро-фонтане. Уже в этих чертежах выделился своей одарённостью Пётр Михайлович Еропкин.

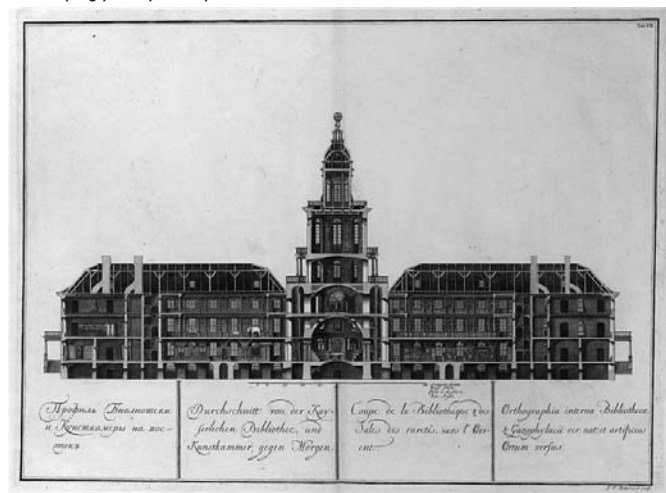
Именно П.М. Еропкин, вернувшись на родину, в 1737 году возглавил работы по планировке Петербурга. Тогда была создана специальная комиссия, которая должна была определить горизонт и пути дальнейшего развития города. Проект каждой части столицы подготавливался в мастерской Еропкина, обсуждался членами Академии наук и художеств при участии Земцова, Коробова, Трезини-сына и после этого представлялся на утверждение императрице. Комиссии предстояло выяснить состояние столицы, составить фиксационный план Петербурга, сделать его новый проектный план, разработать подробные чертежи для застройки всех частей города. Иными словами, Петербург нужно было распланировать заново, причём не на пустом месте, а исходя из уже сложившейся реальности, включавшей в себя не только архитектурное пространство, но и пространство культурное, социально-антропологическое.

Успех этой работы оказался исключительным. На основании идей того времени Петербург развивался в течение всей своей последующей истории. Основой структуры центра было сделано знаменитое трёхлучие. Именно тогда было окончательно определено направление Невского проспекта, Гороховой улицы и Вознесенского проспекта от окраин к Адмиралтейству: «...виду Адмиралтейской спицы никакого посягательства быть не признаётся» [3, т. VI. СПб, с. 121]. Кроме того, было выявлено значение всех набережных. Там продолжалось строительство наиболее богатых усадеб и разбивка их садов, прежде всего на Адмиралтейской стороне вдоль Невы, а также по Мойке и Фонтанке. Васильевский остров был сохранён таким, как его спроектировал Трезини по замыслу Петра Великого.

Планировочные композиции этой эпохи показывали виртуозное умение выявить главные городские структуры, придать им гармоническую ясность, изысканные пропорции и в то же время сохранить рациональность планировки. Эти решения, определившие развитие пространства северной столицы, соответствовали в полной мере геометрическим, естественнонаучным, архитектурным представлениям, которые утверждала Академия наук и художеств, и они оказались справедливыми в очень высокой степени. На планах середины XVIII века, несмотря на всё последующее строительство, можно узнать почти современный центр Петербурга.



Библиотека и Кунсткамера. Восточный фасад. Санкт-Петербург. Гравюра Качалова Г.А. 1750-е годы

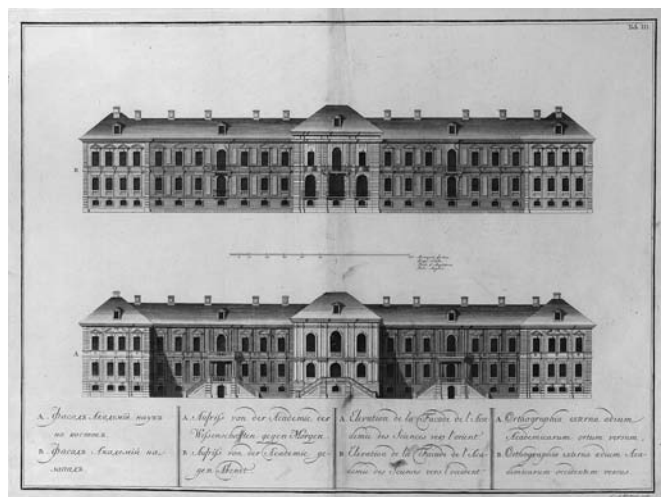


Здание Библиотеки и Кунсткамеры. Вертикальный разрез. Вид с восточной стороны. Гравюра Г.А. Качалова. 1750-е годы

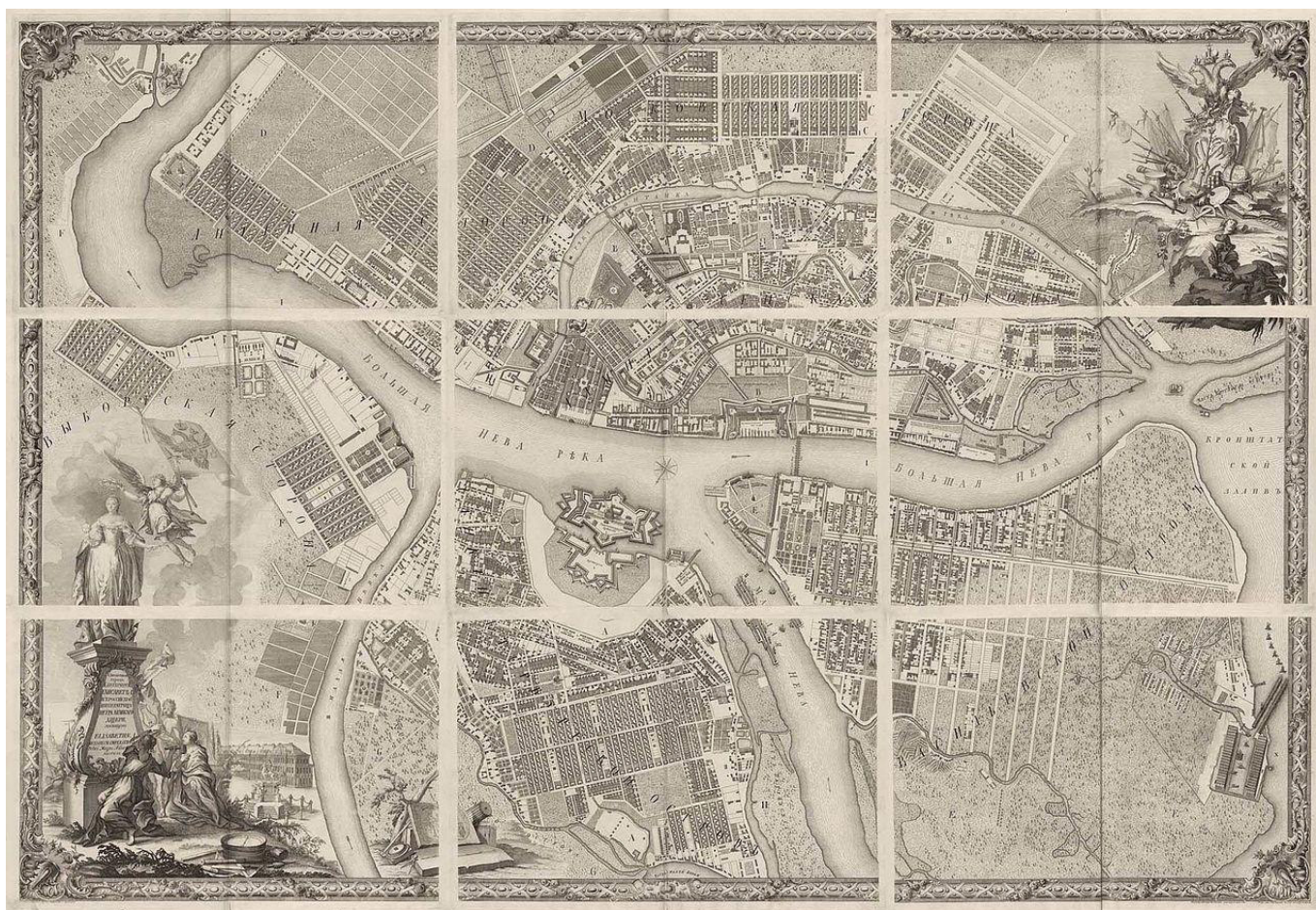
Петербург в то время стал одним из величайших шедевров градостроительства барокко с характерной для этого стиля любовью к далёким перспективам, проникнутым театральным чувством; грандиозным, геометрически определённым пространством; умением строить сложные и красивые регулярные структуры, создавая из них гармоничное целое. Возникло пространство города, которому было суждено существовать веками и передавать величие планировочных композиций барокко даже тогда, когда они будут впоследствии облачены в торжественные и строгие формы классицизма. Иными словами, величайшим достижением первой российской Академии было нахождение классической формы и благоустройства великого города, ставшего символом императорской России для всего мира и одним из залогов национальной идентичности нашего народа. При этой архитектурно-планировочной открытости соблюдалась рациональность и утилитарность всей строительной культуры в целом, гармонично связанная с социальной жизнью и новой научно-образовательной средой.

В свою очередь, утилитарная направленность высшего образования в XVIII веке особым образом структурировала и развивала Петровский замысел, без сожаления отступая от корпоративных традиций, не соответствовавших времени. Императорской власти нужны были не замкнутость, а открытость новым задачам, не автономные от властей сообщества

магистров, профессоров или академиков, а государственные служащие, специалисты, участвующие в модернизации страны, не хаотичность индивидуальных интересов, а регулярность в организации научно-исследовательского дела. Согласно Уставу 1747 года в Университете при Академии наук учреждались полноценное руководство, управленческий и профессорско-преподавательский штат, включая profes-



Академия Наук. Проект. Восточный и западный фасады. Гравюра Вортмана Х.-А. Вторая половина 1740-е годы



Санкт-Петербург. План. Гравюра Махаева М.И. 1753 год

соров-гуманитариев (элоквенции и стихотворства; логики, метафизики и наук нравоучительных; древностей и истории литеральной; истории политической и юриспруденции) [4, с. 58] отсутствовали, заметим, теологические кафедры, что соответствовало первоначальному замыслу о разделении светского и церковного образования. При этом Православная церковь, христианская религия пронизывали весь социум, были вплетены в саму ткань индивидуальной и общественной жизни, так что основ богословия было вполне достаточно для религиозного воспитания как компоненты обучения в Университете и Гимназии.

Интересно было бы всесторонне изучить, насколько это связано с развитием Императорского Московского университета, его философским факультетом, в том числе с переводом туда ряда преподавателей из Петербурга, но если говорить о фактической ситуации, то к 1770 году в штате Академии наук в Петербурге не осталось ни одного академика-гуманитария, а, следовательно, в Академическом университете некому было всю эту гуманитаристику преподавать. Обратим внимание на современные исследования, которые вводят в широкий оборот источники, ранее не подвергавшиеся детальному изучению. Речь идёт о документах, описывающих фактические внутренние преобразования в учебном и исследовательском секторах Академии наук, частично проведённые в жизнь проектах времени Екатерины II. Составленные при участии директора Академии наук графа В.Г. Орлова (или им самим) «Привилегии и Устав Санкт-Петербургской императорской Академии наук» (1770) описывают план преобразования Университета в Академическое училище для подготовки специалистов и, как бы мы сказали теперь, кадров высшей квалификации в таких областях, как математика, физика, естествознание [18, с. 50].

Академическое училище было устроено по модели, общей для всех учебных заведений, реформируемых при И.И. Бецком. В его программу были включены и базовые курсы философского факультета. Пройдя основной курс обучения, учащиеся переименовывались в элевов и закреплялись за конкретными академиками для совершенствования в науках. При этом они посещали публичные курсы наук, соответствующие университетской программе по физико-математическому и естественно-научному направлениям, которые отныне разрешено было читать не только на латинском и русском языках (как по Регламенту 1747 года), но и на новых европейских языках. Таким образом, при Академии наук создавалась альтернативная университетской модели подготовки научных кадров, подразумевающая высшую образовательную ступень» [18, с. 44–45]. Уточним: в Санкт-Петербурге, спустя пятнадцать лет после создания Московского университета, искали новые, более соответствующие времени формы подготовки специалистов-исследователей под руководством академиков – ведущих учёных в своих областях.

Одновременно новые принципы насыщали пространственное развитие России. Екатерина Великая писала в Париж

барону М. Гримму, послу маленького немецкого государства и своему агенту, характеризуя собственное царствование: «нет больше ни козы, ни капусты, есть только Пирр, царь Эпира (под именем этого античного персонажа она имела в виду себя.– Авт.), которого каждый скульптор должен изваять, каждый живописец нарисовать, и все поэты воспеть. Это царство изящных искусств... со страстью сочинять законы, страстью самой глубокой, основанной на самых тщательных исследованиях» [19, с. 99]. При этом политические решения окрашивались эстетически, а художественная политика приобретала черты обязательных к исполнению установок, связанных с политическими и экономическими государственными проектами. Впрочем, эта позиция не была придумана императрицей в одиночестве. Ей помогали своими советами едва ли не все знаменитости европейского Просвещения, стремившиеся к всестороннему развитию человечества на основании законов Разума, найденных наукой и переданных образованием.

Идеи того времени не устарели, и сейчас остаётся, да и становится всё более насущным и остроактуальным наукоёмкое, на основании самых последних естественнонаучных и гуманитарных достижений, в том числе теологических и педагогических, представление о развитии нашего общества и государства, определяющее зримое выражение современности в строительстве и архитектуре.

Формирование смысловых структур современных образов жизненной среды России предполагает включение в процесс преобразования пространства целого ряда гуманитарных и точных наук – истории, психологии, науки о мышлении и восприятии, социологии, теологии, географии. Речь может идти о создании принципиально иной картины мира, продвижении его видения как процесса преемственного развития, в котором сохраняются черты, зафиксированные памятниками исторического наследия всех эпох развития России. Хочется верить, что это обогатит процесс выработки идей и принятия творческих решений, а может быть, и ляжет в основу будущей жизненной среды, по крайней мере, в замыслах и проектах творцов зодчества и всех близких ему искусств. Жизненная среда теперь может программироваться на основании инноваций специалистов по архитектуре, градостроительству и строительным наукам, многочисленных открытий историков, археологов, теологов, социологов, психологов, антропологов, географов, ботаников.

Российский проект будущего прежде всего должен стать продуктом расчёта применяемых совместно достижений многих наук, выражающий и восстанавливающий гений места, созданный природой и предками благодаря усилиям наших университетов и академий по воплощению идей материальной и духовной целостности России, заложенной триста лет назад по мысли Петра Великого. Наследие его эпохи, когда был совершён величайший прорыв вперёд в истории нашей страны, позволяет увидеть с большей исторической перспективой современные проблемы развития наших образования и науки. С этим связана

необходимость взять лучшее из отечественного образования, сочетать разные квалификации, прикладные знания с опорой на фундаментальное образование, создавать единство духовного и материального, развивать страну и её огромное пространство как систему смыслов, определяющих сохранение традиционных, накопленных столетиями ценностей и потребность стремительного развития на их основе нового российского наукоёмкого мышления, которое обеспечит и проактивную экономику, и концентрированное, эффективное, ломающее ненужное, отстаивающее необходимое для становления профессионализма проактивное образование. В нём существенную роль будет играть не только инженерная, но и гуманитарная составляющая, в том числе теология – как ценностно-мировоззренческая компонента, фундирующая понимание общей культуры, учитывающая христианскую парадигму и позиции традиционных конфессий, мораль и право, воспитание социально-ответственной личности, необходимых сегодня России высокообразованных людей, защищённых в духовном отношении от массированного наступления чуждых, навязываемых нам представлений о человеке и Боге, истории и природе [20].

И в этом контексте единство академической науки и университетского образования, вступающее сегодня в нашей стране в четвёртый век своей жизни, – неопределимое культурное достояние и национальный стратегический ресурс, который может обеспечить России стремительное движение вперёд.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 июня 1999 г. № 717 «Об установлении Дня российской науки» / Текст : электронный // Официальный сайт Президента России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/13955> (дата обращения 15.06.2023).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.11.1997 г. № 1379 / Текст : непосредственный // Празднование 275-й годовщины основания Санкт-Петербургского университета. Документы и материалы / Науч. ред. Л.А. Вербицкая; сост. Г.А. Тишкин. – Санкт-Петербург : издательство Санкт-Петербургского университета, 2003. – 560 с.
3. Полное собрание законов Российской империи : В 45 томах : Том VII : Издание первое : Санкт-Петербург. – 1830. – Т. VII, № 4443. – С. 220–224. – Текст : непосредственный.
4. Уставы Академии наук СССР. – Москва : Наука, 1975. – 206 с. – Текст : непосредственный.
5. Первый университет Российской империи / Н.М. Кропачев, А.Х. Даудов, И.Л. Тихонов, Е.А. Ростовцев. – Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. – 2019. – Т. 64, Вып. 1. – С. 5–23.
6. Российская академия архитектуры и строительных наук. История и современность / Отв.ред. Д.В. Буш. – Текст : непосредственный. – Екатеринбург : Татлин, 2022. – С. 12–28.
7. Ferrone, V. Le Accademie scientifiche / V. Ferrone. – Текст : непосредственный // Le Università dell' Europa dal rinnovamento scientifico all'eta dei Lumi. – Milano, 1992. – P. 149–169.
8. Wolff, Ch. Briefe aus den Jahren 1719–1753 / Ch. Wolff. – St. Petersburg, 1860. – Текст : непосредственный.
9. Копелевич, Ю.Х. Основание Петербургской академии наук / Ю.Х. Копелевич. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1977. – 211 с. – Текст : непосредственный.
10. Толстой, Д.А. Академический университет в XVIII столетии : по рукописным документам Архива Академии наук / Д.А. Толстой. – Санкт-Петербург : Типография Академии наук, 1885. – 67 с. – Текст : непосредственный.
11. Швидковский, Д.О. Художественные основания Санкт-Петербурга / Д.О. Швидковский // Искусство Петровской эпохи. – Москва : ПАХ. – 2023. – С. 8–17.
12. Shvidkovsky D. St. Petersburg. Paris – New York – Koln. – Menges : Abville Press, Mannesman, 1997.
13. Рождественский, С.В. Очерки по истории систем народного просвещения в России в XVIII–XIX веках : Т. 1 / С.В. Рождественский. – Санкт-Петербург : Типография М.А. Александрова, 1912. – 679 с. – Текст : непосредственный.
14. Митько, А.Е. Структура православной миссиологии в образовательной перспективе / А.Е. Митько – Текст : непосредственный // Вопросы теологии. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 204–220.
15. Шмонин, Д.В. Теология и университет : Учебное пособие // Д.В. Шмонин. – Москва : МАРХИ, 2022. – 220 с. – Текст : непосредственный.
16. Рязанцев, И.В. Императорская академия художеств : Т. I. XVIII – первая половина XIX века / И.В. Рязанцев, И.М. Шмидт. – Текст : непосредственный. – Москва : Изобразительное искусство, 1997. – 396 с. – С. 8–56.
17. Архитектурные ансамбли Москвы XV – начала XX веков : Принципы художественного единства / Т.Ф. Саваренская, И.А. Бондаренко, А.Г. Борис [и др.]; Под ред. Т.Ф. Саваренской. – Текст : непосредственный. – Москва : Стройиздат, 1997. – 470 с.
18. Костина Т.В. Альтернатива университету: Академическое училище В.Г. Орлова (1770) / Т.В. Костина. – Текст : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4: История. Регионоведение. Международные отношения. – 2020. –Т. 25, № 2. – С. 44–55.
19. Сборник Русскако императорскаго историческаго общества : Т. XXIII. – Санкт-Петербург : Типография А. Траншеля, 1878. – 752 с. – Текст : непосредственный.
20. Микрюков, Д.Ю. Особенности религиозного и секулярного взгляда на воспитание и нравственное развитие / Д.Ю. Микрюков. Текст : непосредственный // Вопросы теологии. – 2023. – Т. 5, № 1. – С. 133–146.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 7 iyunya 1999 g. № 717 «Ob ustanovlenii Dnya rossiiskoi nauki» [Decree of the President of the Russian Federation of June 7, 1999 No. 717 “On

the Establishment of the Day of Russian Science”]. Ofitsial'nyi sait Prezidenta Rossii [Official website of the President of Russia]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/13955> (Accessed 06/15/2023). (In Russ.)

2. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 01.11.1997 g. № 1379 [Decree of the Government of the Russian Federation of November 1, 1997 No. 1379]. In: Verbitskaya L.A. (sc.ed.), G.A. Tishkin (comp.): *Prazdnovanie 275-i godovshchiny osnovaniya Sankt-Peterburgskogo universiteta. Dokumenty i materialy* [Celebration of the 275th Anniversary of the Founding of St. Petersburg University. Documents and Materials]. Sankt-Peterburg, publishing house of St. Petersburg University, 2003, 560 p (In Russ.).

3. Zakon № 4443 [Law No. 4443]. In: *Polnoe sobranie zakonov Rossiiskoi Imperii : Pervoe sobranie* [Complete Collection of Laws of the Russian Empire: First Collection], in 45 volumes, Vol. VII. St. Petersburg, Tipografiya Sobstvennoi Ego Imperatorskogo Velichestva Kantselyarii [Printing house of His Imperial Majesty's Own Chancellery], 1830, 922 p. (In Russ.)

4. Ustav Akademii nauk SSSR [Charters of the Academy of Sciences of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 206 p (In Russ.)

5. Kropachev N.M., Daudov A.Kh., Tikhonov I.L., Rostovtsev E.A. Pervyi universitet Rossiiskoi imperii [The First University of the Russian Empire]. In: *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Istoriya* [Vestnik of Saint Petersburg University. History], 2019, Vol. 64, Iss. 1, pp. 5–23. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. Bush D.V. (resp.ed.). Rossiiskaya akademiya arkhitektury i stroitel'nykh nauk. Istoriya i sovremennost' [Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. History and Modernity]. Moscow, Tatlin Publ., 2022, pp. 12–28 (In Russ.)

7. Ferrone, V. Le Accademie scientifiche. Le Universita dell' Europa dal rinnovamento scientifico all'eta dei Lumi. Milano, 1992, p. 149–169. (In French)

8. Wolff, Ch. Briefe aus den Jahren 1719–1753. – St. Petersburg, 1860.

9. Kopelevich Yu. Kh. Osnovanie Peterburgskoi akademii nauk [Foundation of the St. Petersburg Academy of Sciences]. Leningrad, Nauka, Leningrad. Department Publ., 1977, 211 p. (In Russ.)

10. Tolstoi D. A. Akademicheskii universitet v XVIII stoletii: po rukopisnym dokumentam Arkhiva Akademii nauk [Academic University in the 18th Century: According to Handwritten Documents of the Archive of the Academy of Sciences]. St. Petersburg, Printing house of the Academy of Sciences, 1885, 67 p. (In Russ.)

11. Shvidkovskii D.O. Khudozhestvennye osnovaniya Sankt-Peterburga [Artistic Foundations of St. Petersburg]. In: *Elektronnyi zhurnal «Mir istorii»* [Electronic journal "World of History"], 2015, no. 2. URL: <http://www.historia.ru/2015/02/2015-02-shvidkovskiy.htm> (Accessed 08/30/2023). (In Russ.)

12. Shvidkovsky D. St. Petersburg. Paris – New York – Koln. – Menges, Abville Press, Mannesman, 1997.

13. Rozhdestvenskii S.V. Ocherki po istorii sistem narodnogo prosveshcheniya v Rossii v XVIII–XIX vekakh [Essays on the History of Public Education Systems in Russia in the 18th–19th Centuries], Vol. 1. St. Petersburg, Printing house of M.A. Aleksandrov, 1912, 679 p. (In Russ.)

14. Mit'ko A.E. Struktura pravoslavnoi missiologii v obrazovatel'noi perspektive [The Structure of Orthodox Missiology in the Educational Perspective]. In: *Voprosy teologii* [Issues of Theology], 2020, Vol. 2, no 2, pp. 204–220. (In Russ., abstr. in Engl.)

15. Shmonin D.V. Teologiya i universitet. Moscow, MARKhI Publ., 2022, 220 p. (In Russ.)

16. Ryazantsev I.V., Shmidt I.M. Imperatorskaya akademiya khudozhestv . T.I. XVIII – pervaya polovina XIX veka [Imperial Academy of Arts, Vol.I. XVIII – the First Half of the XIX Century]. Moscow, Izobrazitel'noe iskusstvo Publ., 1997, 396 p, pp. 8–56. (In Russ.)

17. Savarenskaya T.F., Bondarenko I.A., Boris A.G. [et al.]. Arkhitekturnye ansambli Moskvy XV – nachala XX vekov : Printsipy khudozhestvennogo edinstva; T.F. Savarenskaya (ed.). Moscow, Stroizdat Publ. 1997, 470 p. (In Russ.)

18. Kostina T.V. Al'ternativa universitetu: Akademicheskoe uchilishche V.G. Orlova (1770) [Alternative to the University: Academy's College of Vladimir G. Orlov (1770)]. In: *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Istoriya. Regionovedenie. Mezhdunarodnye otnosheniya* [Bulletin of the Volgograd state architectural and Construction University. Series: Construction and Architecture], 2020, Vol. 25, no. 2, pp. 44–55. (In Russ., abstr. in Engl.)

19. Sbornik Russkako imperatorskago istoricheskago obshchestva [Collection of the Russian Imperial Historical Society], Vol. XXIII. St. Petersburg, ankt-Peterburg, Printing house of A. Transhel, 1878, 752 p. (In Russ.)

20. Mikryukov D.Yu. Osobennosti religioznogo i sekulyarnogo vzglyada na vospitanie i npravstvennoe razvitie [Peculiarities of Religious and Secular Views on Upbringing]. In: *Voprosy teologii* [Issues of Theology], 2023, Vol. 5, no. 1, pp. 133–146. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 14–25.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 14–25.

Взгляд
Научная статья
УДК 72
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-14-25

Современная архитектура в России: опыт тридцатилетия

Есаулов Георгий Васильевич (Москва). Доктор архитектуры, профессор, академик РААСН. Московский архитектурный институт (государственная академия) (Россия, 107031, Москва, ул. Рождественка, 11/4, кор. 1, стр. 4. МАРХИ). Российская академия архитектуры и строительных наук (127025, Россия, Москва, ул. Новый Арбат, д. 19. РААСН). Эл. почта: gesaulov@yandex.ru

Есаулова Людмила Георгиевна (Москва). Кандидат социологических наук

Аннотация. Тридцатилетний период новейшей истории российской архитектуры постепенно обретает черты этапности. Радикальные перемены в России в 90-е годы XX века с появлением частной собственности и переходом к индивидуальному проектированию отмечены возникновением целого веера направлений в архитектурном творчестве. Преобладающим было обращение к историческим стилям на принципах постмодернизма. В 2000-е годы создаётся новая ситуация, обусловленная рядом новых факторов и задач. Ведущими становятся направления, появившиеся ситуативно в начале 1990-х годов и опирающиеся на принципы новаторских направлений: хай-тека, минимализма, неомодернизма, попыток актуализации авангардных течений. В 2010-е годы именно они воплощают социально-экономический заказ и наполняются инженерно-технологическими новациями, обусловленными обращением к стратегии устойчивого развития. Условность деления на этапы объясняется многообразием и архитектурных поисков, и параллельно идущих социально-экономических процессов, и инженерно-технического прогресса.

Ключевые слова: современная архитектура России, новейшие этапы, направления, тенденции, устойчивое развитие

Для цитирования. Есаулов Г.В., Есаулова Л.Г. Современная архитектура в России: опыт тридцатилетия // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 14–25. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-14-25.

Contemporary Architecture in Russia: Thirty Years of Experience

Esaulov Georgy V. (Moscow). Doctor of Sciences in Architecture, Professor, Academician of RAACS. Moscow Architectural Institute (State Academy) (11/4 Rozhdestvenka St., block 1, building 4, Moscow, Russia, 107031. MARCHI). Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (19 Novy Arbat St., Moscow, Russia, 127025. RAACS). E-mail: gesaulov@yandex.ru

Esaulova Lyudmila G. (Moscow). Candidate of Sociological Sciences.

Abstract. The thirty-year period of the recent history of Russian architecture is gradually acquiring the features of stages. Radical changes in Russia in the 90s of the 20th century with the advent of private property and the transition to individual design were marked by the emergence of a whole range of trends in architectural creativity. The predominant approach was an appeal to historical styles on the principles of postmodernism. In the 2000s, a new situation is being created, due to a number of new factors and tasks. The leading trends are those that appeared situationally in the early 1990s and are based on the principles of innovative styles: high-tech, minimalism, neo-modernism, attempts to actualize avant-garde movements. In the 2010s, they embody the socio-economic order and are filled with engineering and technological innovations due to the appeal to the strategy of sustainable development. The convention of dividing into stages is explained by the diversity of architectural searches, parallel socio-economic processes, and engineering and technical progress.

Keywords: modern architecture of Russia, the latest stages, styles, trends, sustainable development.

For citation. Esaulov G.V., Esaulova L.G. Contemporary Architecture in Russia: Thirty Years of Experience // *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 14–25, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-14-25.

Изменения в российской архитектуре, начиная с 1990-х годов, происходят вследствие кардинальных перемен в стране в условиях взаимодействия процессов глобализации и регионализации, возросшего влияния массовой культуры и информационных технологий.

Архитектура России 1990–2000-х годов

Основными факторами, определившими формирование архитектуры в этот период, стали радикальные социально-политические и финансово-экономические реформы, произошедшие в стране. Эти факторы определили как содержание, так и ход процесса рождения и развития новой архитектуры [1, с. 108–109; 2].

Появление частной собственности, частного заказчика и бурное развитие рыночных отношений, уход от типового проектирования и резкое сокращение полносборного домостроения предопределили возможность индивидуализации архитектурных проектов жилых домов и возникновение частных проектных бюро и мастерских.

Был осуществлён процесс приватизации жилья. Сформировалось новое отношение к жилищу как к частному явлению. Это обусловило возможность персонализации и материализации взглядов на собственный дом, квартиру, их интерьер.

Состояние жилищного фонда диктовало необходимость развития строительной отрасли, направление усилий на обеспечение различных слоёв населения жильём, ликвидацию аварийного и ветхого фонда. Участие частного заказчика в процессах проектирования и строительства объектов недвижимости изменило требования к архитектору. Стал возможен учёт личных, отличающихся от общепринятых, представлений граждан и их потребностей при проектировании объектов самой разнообразной типологической направленности.

Обозначились сервисная составляющая и, нередко, сервисность самой профессии архитектора. «Мы вынуждены признать, что архитектор – “сервисная” профессия, поэтому

строить планы и рисовать без заказчика нельзя... Фактически мы обслуживаем бизнес, который называется “развитие недвижимости”», – заявил в 2006 году в интервью один из лидеров московских архитекторов С. Киселев [3, с. 50].

Имущественная дифференциация начала подкрепляться архитектурой. Выстраивался ориентир строительного рынка на разноуровневые в ценовом диапазоне варианты жилища и продажу квадратных метров строительного варианта квартир с выводами инженерных систем на всей свободной (даже от межкомнатных перегородок) продаваемой площади.

Обновление и реконструкция застройки захватили прежде всего центральные районы городов. Исторически привлекательные, обустроенные и обеспеченные инфраструктурой и системами культурно-бытового обслуживания, они стали предметом интереса заказчиков. Поиски архитекторов в условиях отмены типового проектирования и жёсткой регламентации сосредоточились на реализации постмодернистских подходов.

В поисках образов архитектуры первенствует обращение к истории

Одни из лидеров российского проектирования этого времени – нижегородские архитекторы, как отмечал А. Иконников, «консолидируясь, положили начало не только региональной традиции, но и школе. Становление её возглавил А. Харитонов» [4, с. 634–637]. Зодчие создавали объекты будто бы встраиваясь в образ города, его архитектурный контекст, застройку конца XIX – начала XX века. При этом они умело адаптировали исторические формы и добивались баланса гармонии с окружением и определённой новизны. Таков банк «Гарантия» (рис. 1). Первая его очередь (1995. Арх. А. Харитонов, Е. Пестов, И. Гольцев, С. Попов) – римейк нижегородского модерна. Вторая очередь (1999. Арх. А. Харитонов, Е. Пестов, Н. Пестова) – постмодернистская абстрактная композиция на тему современности конца XX века. Здания первой и второй очереди кардинально различны. Налицо трансформация взглядов проектировщиков или, быть может, это один из первых примеров поиска идентичности архитектуры – и месту, и времени.

Ряд московских объектов иллюстрирует процесс раскрепощения творчества зодчих. Эксцентричный облик торгового центра «Наutilus» (2000. Арх. А. Воронцов, В. Свистунов, И. Кузнецов,) стилистически ориентирован на модерн начала XX века.

Культурно-деловой центр «Красные холмы» (2002–2005. Арх. Ю. Гнедовский, В. Красильников, Д. Солопов, М. Гаврилова, С. Гнедовский) – грандиозный многофункциональный комплекс зданий в центре российской столицы, демонстри-

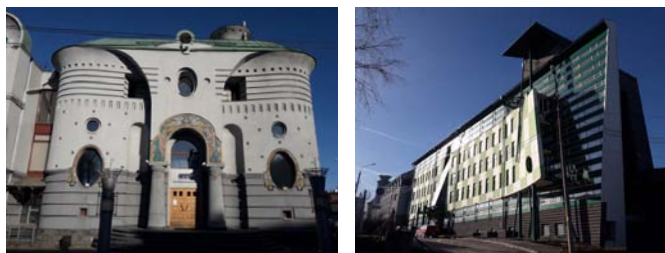


Рис. 1. Банк «Гарантия». Нижний Новгород. Архитекторы А. Харитонов, Е. Пестов. Фото Н.В. Касьянова: а) 1-я очередь. 1995 год; б) 2-я очередь. 1999 год

рует находки постмодернистской трактовки его облика. При этом явно ощущается стремление авторов к достижению контекстуальности общего композиционного замысла.

Жилой дом «Патриарх» (2000. Арх. С. Ткаченко, О. Дубровский и др.) (рис. 2), увенчанный макетом авангардной спирали Татлина, обращён к 20-м – 30-м годам XX века – времени расцвета русского авангарда. Дом «Яйцо» (арх. С. Ткаченко и др.) как бы интерпретирует образы изделий всемирно известной династии российских ювелиров Фаберже. Таковы отдельные московские примеры, в разной мере принадлежащие к полюсу постмодернизма.

Поиски зодчих Санкт-Петербурга более сдержанны, а постройки монументальны, в традициях северной столицы. Здесь иное отношение к городу, его историческому наследию. Как определил А. Бетски, работы «Студии 44» (рук. Н. Явейн) отмечены умением сочетать модернистские и классицистические тенденции [5]. Подобным подходом отличаются и работы мастерской М. Мамошина (рис. 3), а также Ю. Земцова и М. Кондияйна.

Процесс интерпретации архитектурных форм прошлого затронул многие регионы и города страны. Сегодня уже можно увидеть, что обращение к прошлому в запале его свободных интерпретаций и трансформаций постмодернизма не стало новым направлением в российской архитектуре и не было продолжено. Наоборот, этот вал аллюзий и воспоминаний, интерпретаций и трансформаций (от иронии до «извращения») форм колонн и капителей, портиков и карнизов, верениц балясин и оконных наличников, зеркального цветного стекла) постепенно уступил место сдержанности и упрощению, геометрической простоте и аскетизму.

Архитектура 2000-х годов

Многих авторов увлекли поиски путей встраивания в мировой архитектурный мейнстрим. Хай-тек, минимализм, неомодернистские экзерсисы, начиная с 1990-х, отличают

высокую, прежде всего, столичную моду. Афористично эту позицию позднее, в 2006 году, выразил С. Киселёв: «Если мы носим современную одежду, ездим на современных автомобилях, наконец, мыслим по-современному, то и самовыражаться должны на современном языке» [3].

В числе архитекторов, успешно работающих в современной стилистике, прежде всего, представители Москвы. Те, чьи работы конца 1990-х – 2000-х хотелось бы особенно отметить: архитекторы Ю. Платонов, А. Кузьмин – «Дом-окно в III тысячелетие» (1990–2004); А. Скокан, Ю. Паласмаа (АБ «Остоженка») – Московский международный банк (1990–1995); архитекторы Д. Солопов, Л. Алтабаева, Л. Иванова, В. Колосницын, Д. Пшеничников, Г. Кроссдорф – здание «Уникомбанка» в Москве (1994–1996) (рис. 4); архитекторы С. Ткаченко, О. Дубровский – здание МОСЭНКА на Таганской улице в Москве (1994–1996); архитекторы И. Покровский, Ю. Свердловский, С. Елагина и другие – Деловой центр «Мострансгаз» (1993–1996); архитектор В. Кубасов – жилой дом в Кунцево (2000); архитекторы В. Юдинцев (рук.), С. Казначеева, Б. Шабунин – жилой дом на улице Хачатуряна в Москве (2001); архитекторы С. Киселёв, В. Бармин, А. Хомякова, Е. Палей, Е. Дедюля, И. Шварцман – жилой комплекс «Авангард» в Москве (2005); архитекторы А. Боков, Д. Буш, С. Чулков, В. Валуйских, Л. Романова, О. Гац, З. Бурчуладзе, А. Золотова, А. Тимохов – Ледовый дворец спорта на территории Центрального аэродрома им. М.В. Фрунзе, Москва (2006) и другие объекты.

Попытки вернуться в лоно авангарда в эти годы, скорее, пока внешние, в виде названий для жилых домов и комплексов или отдельных стилистических подражаний, нередко – цитат произведений зарубежных архитекторов. Это вполне

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



Рис. 2. Жилой дом «Патриарх». Фрагмент. Москва. Архитекторы С. Ткаченко, О. Дубровский. 2000 год. Фото Н.В. Касьянова



Рис. 3¹. Бизнес-центр «Alia Tempora». Санкт-Петербург. Архитектор М. Мамошин. 2004–2006 годы



Рис. 4. Здание «Уникомбанка». Москва. Архитекторы Д. Солопов, Л. Алтабасова, Л. Иванова, Д. Пшеничников, Г. Косдорф (Австрия). 1996 год

можно объяснить знакомством с более чем полувековой зарубежной практикой изучения авангарда и проектирования в русле новаторских направлений.

Поиск новой российской архитектуры разворачивается в условиях расширения использования компьютерных технологий. Процессы развития страны, её социально-экономической жизни, международных связей диктуют архитектуре наряду с прежними и новые приоритеты:

- использование новых материалов и технологий;
- проектирование новых типов зданий;
- рейтинговые системы оценки качества построек;
- разрешение проблем энергоэффективности и экологичности зданий в русле концепции устойчивого развития;
- охрана исторического наследия: архитектурного и градостроительного.

Новые строительные и отделочные материалы и использование стекло-металлических конструкций дали возможность расширить палитру архитектурно-художественных средств.

Строительство зданий, вошедших в сегмент сервиса, торговли и культурно-зрелищной сферы, способствовало композиционному многообразию архитектурных решений. Появились торгово-зрелищные комплексы, мультиплексы, универсальные торгово-выставочные и бизнес-центры.

Волнообразно разворачивалось и строительство банков, налоговых учреждений и разнообразных офисов, частных школ и вузов. Новаторское направление демонстрирует офисное здание «Аэрофлота» (2006–2009. Арх. В. Плоткин) (рис. 5).

Необходимость создания больших многоуровневых интерьерных пространств способствовала появлению своего рода «контейнерных типов объектов» (торгово-развлекательные центры). Это привело к разделению композиционно-художественной связи решений фасадов и внутренней пространственной структуры здания. Тенденция на отделение

оболочки и интерьерного пространства привела впоследствии к матричным построениям фасадов, успешно проектируемых с помощью компьютерных технологий и, в основном, от данным стационарной рекламе, а впоследствии – экранной информации.

Архитектура жилых комплексов обретает новые тематически ориентированные формы, как, например, жилой комплекс «Синяя птица» в Москве (1996–1998. Арх. Н. Лютомский, Ю. Григорьев, Г. Терентьева). Разрабатывались новые типы жилых домов (социальное и арендное жильё, апартаменты, дома различных классов комфорта, дом – жилой комплекс). Велись поиски архитектурных средств создания жилой среды для людей различных возрастных групп и медицинских показаний (в том числе и ограниченных физических возможностей) – интернаты для взрослых, хосписы и другие объекты.

Осуществлялась реабилитация закрытых и выведенных из городов промышленных предприятий. Эта работа шла по двум направлениям. Первым стало создание в бывших промышленных предприятиях выставочных, музейных, студийных пространств и лофтов. Вторым – внесение новых производственных функций научно-инженерной сферы (в основном, IT) в здания – памятники промышленной архитектуры.

Архитектура 2010-х годов

Принимаемые в стране решения по внедрению концепции устойчивого развития требовали перехода к оценке качества построек на основе рейтинговых систем. С 2013 года в Российской Федерации, наряду с ранее разработанными стандартами по «зелёному» строительству, введён в действие ГОСТ «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам

² ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» (<http://vsegost.com/Catalog/53/53289.shtml>).



Рис. 5. Офисное здание «Аэрофлота». Москва (б. деревня Мелькисарово). 2006–2009 годы. Архитектор В. Плоткин



Рис. 6. Проект Российского парламентского центра Москва. Архитектурное бюро «Герасимов и партнёры». 2009 год

недвижимости»². Формируются подходы к проектированию архитектурных объектов с учётом устойчивого развития [7; 8 и др.]. Постепенно развивался процесс включения рейтинговых систем и оценок в практику проектирования и строительства, прежде всего, государственных мега-проектов спортивных сооружений, своего рода образцов, и значительных объектов различного назначения, инициированных бизнесом.

Сформировался рынок архитектурно-строительных услуг с административно поддерживаемой сертификацией материалов и технологий, изделий и оборудования, внедрением новых проектных и строительных технологий (ВИМ, ТИМ).

В условиях возрастающего объёма проектирования и строительства обострилась проблема сохранения исторического наследия. Особого внимания потребовало сохранение исторических перспектив и панорам городов, набережных и ландшафтно-парковых зон.

В этот период архитектурная стилистика зданий эволюционирует от постмодернизма к хай-теку, минимализму и неомодернизму, отдельным проявлениям «брутальности» и монументализма. Таковы объекты в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге, Иркутске, Самаре, Сочи и других городах страны, построенные по проектам российских и зарубежных архитекторов.

Стилистика авангарда и технологические новации хай-тека словно объединяются в проектах конца XX – начала XXI века. Особое направление связано с классическим российским и ми-

ровым наследием. Это жилые дома в Москве и Санкт-Петербурге: «Помпейский дом», жилой дом «Венеция»³. Полнотой выражения официального стиля в неоклассических реминисценциях отличается проект Российского Парламентского центра (рис. 6).

Восстановление культовых построек и новое строительство религиозных объектов

Это становится важной эмоционально-смысловой композиционной доминантой городской застройки. Таково воссоздание Храма Христа Спасителя в Москве (1998) (рис. 7), строительство мечети Кул-Шариф в Казани (2005) (рис. 8), а также других культовых объектов в городах России, новых зданий православных храмов (рис. 9), мечетей, синагог и других религиозных сооружений. При проектировании культовых объектов в условиях временного и типологического разрыва традиции оказалось важным наметить саму методику постижения мастерства создания храмов. Ряд архитекторов обратился ко всему наследию российской архитектуры, другие проектировщики избрали рубежом отсчёта достижения зодчества конца XIX – начала XX века.

В течение тысячелетней истории православного храмо-строения в России, несмотря на различные стилевые периоды, именно культовые здания с их узнаваемыми объёмом, силуэтом и венчающей ролью в городской застройке стали носителями

³ «Помпейский дом». Москва. Архитектор М. Белов. 2004–2006 годы; жилой дом «Венеция». АМ «Евгений Герасимов и партнёры». 2013 год.

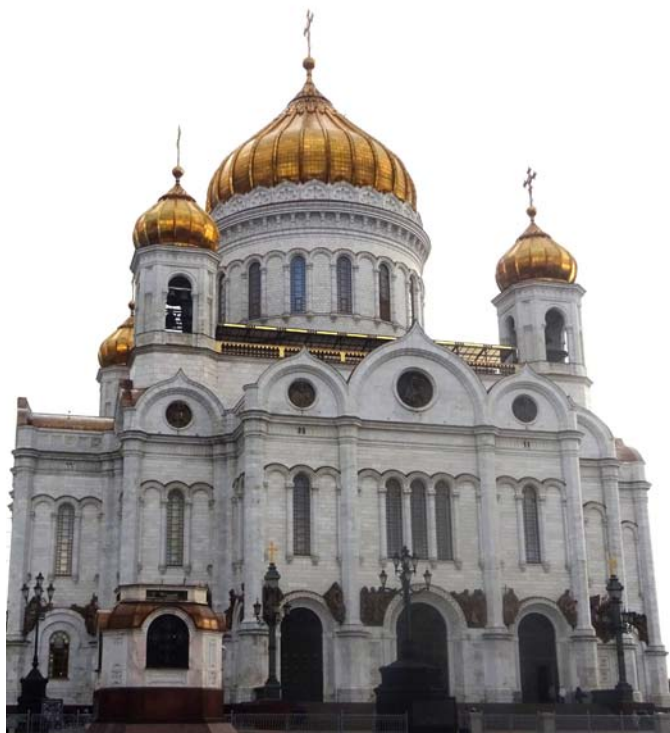


Рис. 7. Храм Христа Спасителя. Москва. Архитектор К. Тон. 1839 год. Воссоздание – М. Посохин, скульптор З. Церетели, А. Денисов. 1998 год. Фото Н.В. Касьянова



Рис. 8. Мечеть Кул Шариф. Казань. Архитекторы А. Головин, С. Шакуров, А. Саттаров. 1996–2005 годы. Фото Н.В. Касьянова

устойчивых образов духовно-культурных традиций народа. Поэтому интерпретационное сохранение их традиционной формы стало наиболее устойчивой архитектурной тенденцией прошедших трёх десятилетий. Параллельно развивается процесс научно-теоретического осмысления истории храмового зодчества России [9]: так, в магистратуре Московского архитектурного института с 2015 года велась работа по подготовке в этой сфере проектировщиков, была создана кафедра «Храмовое зодчество», а первый выпуск профессионалов состоялся в 2018 году [10].

Реставрация и реконструкция исторических зданий

Сохранение историко-культурного наследия России и развитие реставрационной теории и практики стало важной составляющей проектно-творческой деятельности архитекторов. «Не менее сложным процессом, чем архитектурная реставрация, является реконструкция исторических городов, и здесь проблем бесконечно много» [10].

В особом внимании нуждается наследие русского авангарда 1920–1930-х годов, памятники XX века, включая произведения модернизма, да и сама научная разработка методики и критериев определения и присвоения статуса памятников.

Всё острее проявляется проблема адаптации зданий – памятников XX века, к требованиям экономической и

социальной жизни века XXI. В числе положительных примеров реставрация Дома Наркомфина в Москве – памятника авангарда мирового уровня, одного из высших достижений конструктивизма (постройка архитекторов М. Гинзбурга и И. Милиниса). В 2017–2020-м годах этот объект реставрирован и функционирует как элитный жилой дом.

Комплексным решением задач сохранения уникального архитектурного ансамбля стало воссоздание, реставрация павильонов Выставки достижений народного хозяйства СССР в Москве, в том числе и новое строительство современных павильонов на территории выставки. Построенные с 1935-го по 1954 годы здания павильонов республик СССР и тематические выставочные павильоны воплотили стилевые образы архитектуры советской неоклассики. 49 объектов ВДНХ признаны памятниками культурного наследия. Эти объекты представляют собой произведения синтеза искусств – архитектуры, скульптуры, декоративной пластики и монументально-декоративной живописи (рис. 10). Наполнение павильонов современными экспозициями дало возможность включить памятники в социально-экономическую жизнь мегаполиса. Объединение территории ВДНХ с окружающими парками сформировало крупный природно-архитектурный комплекс площадью более 700 га.

Историческая память: музеи и мемориалы

Сохранение, визуализация и трансляция исторической памяти обретают материальные формы в архитектурно-ландшафтных комплексах. Таков музей «Куликовская битва» (2016. Арх. С. Гнедовский) (рис. 11) в составе музея-заповедника «Куликово поле» в Тульской области. Архитектура и дизайн музея раскрывают страницы истории Руси XIV века в неразрывной связи с местом действий Куликовской битвы с демонстрацией в экспозиции подлинных археологических находок.

Подвигу Зои Космодемьянской в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 годов посвящён построенный в 2021 году в деревне Петрищево музей «Зоя». Строгая лако-



Рис. 9. Церковь Рождества прсв. Богородицы. Село Надовражино Московской Области. Архитектор А. Анисимов. 2001 год



Рис. 10. Фонтан «Дружба народов». ВДНХ, Москва. Архитектор К. Топуридзе. 1954 год. Реставрация – 2019 год. Фото Г.И. Рогуновой



Рис. 11. Музей Куликовской битвы. Территория бывш. деревни Моховое Тульской области. Архитектурное бюро «Гнедовский и партнёры». 2016 год

ничная композиция в стилистике неомодернизма увековечивает историю подвига советской девушки (рис. 12). Неомодернистские формы, их монументальность, белоснежная чистота и пропорциональная ясность словно утверждают и подчёркивают мемориальный характер музея.

Музеи различных тематических направлений созданы в городах России: Музей железных дорог России (2017. Санкт-Петербург) (рис. 12), Музей Воды в здании водонапорной башни (АМ «Intercolumnium». 2003. Санкт-Петербург).

Примерами преобразования исторических памятников в общественно значимые комплексы и пространства стали «Новая Голландия» в Санкт-Петербурге и ГЭС-2 в Москве. «Новая Голландия» была перестроена архитекторами из Нидерландов в 2016 году. Комплекс представляет собой сочетание зданий – памятников архитектуры XVIII века, предназначенных для судостроения и хранения корабельных лесов. Эти постройки раннего классицизма реставрированы и приспособлены для новых функций. Рукотворный остров «Новой Голландии», созданный в 1719 году, сегодня представляет собой единство зданий, преобразованного и озеленённого ландшафта и окружающего водного пространства.

Трамвайное депо начала XX века в Москве преобразовано в универсальное пространство ГЭС-2 (2022), предназначенное для различных культурно-образовательных функций. Р. Пиано – автор реконструкции ГЭС-2 и центра Помпиду в Париже. В московском проекте, сохранив облик исторического здания, он раскрыл его конструкции в интерьере, в отличие от парижского, в котором все инженерные коммуникации находятся снаружи.

Жилище

В течение всего конца XX – начала XXI века основной объём проектирования и строительства в стране приходится на жилые здания. Меняется композиционная роль жилых домов в городе: от фоновой в застройке (в основном в 1970–1990-е годы) к зданиям – акцентам площадей и улиц и высотным модуляциям городского силуэта доминантами жилых домов в 1990–2010-е

годы. Постепенно от создания единичных зданий на свободных территориях и «вторичной застройки» осуществляется переход к комплексной жилой застройке. Возникает тип многофункционального комплекса, своего рода дома-города. Представляется, что его прообразом можно считать жилой комплекс «Парк-плейс», построенный в Москве на Ленинском проспекте (1990–1992. Арх. Я. Белопольский, Л. Вавакин, Н. Лютомский, Ю. Эрдемир) [11]. Трёхкорпусный замкнутый комплекс переменной этажности с внутренним двором и выраженной пластикой белых фасадов стал примером нового функционального типа и нового направления в архитектуре – неомодернизма.

Продолжается строительство новых районов в городах, например: «Куркино» в Москве или ЖК «Смольный парк» в Санкт-Петербурге (рис. 14) с объектами обслуживания. Разрабатываются большие проекты жилых районов в регионах. Таков проект модернизации и развития Астраханской агломерации (2021): от уровня системы расселения до уровня отдельных объектов-домов. Подобный подход от общего к частному демонстрирует и мастер-план Калининграда («Студия 44») (рис. 15). Проект нацелен на решение задач воссоздания пространственной среды исторического района города. Для этого авторы используют приёмы исторических аллюзий и ассоциаций.

В определённой мере застройка набережной Архангельска может трактоваться как некая аллюзия исторических Ново-Холмогор (рис. 16).

Социально-экономические факторы диктуют всё большую зависимость архитектурных решений от потребностей рынка и появление новых типов жилых домов как премиум класса, так и строений с самыми минимальными возможностями для проживания. Отсюда и жилые дома, простейшие по форме, подобные коробкам объёмы, лишённые какой-либо художественной выразительности, сгруппированные в огромные конгломераты.

«Умный город»

Развитие информационно-коммуникационных технологий определило тенденцию формирования системы цифрового



Рис. 12. Музей Зои Космодемьянской. Деревня Петрищеве Рузского района Московской области. Архитектурное бюро «Group A2M». 2021 год



Рис. 13. Музей железных дорог России. Санкт-Петербург. Архитектурное бюро «Студия 44». 2017 год



Рис. 14. Жилой комплекс «Смольный парк». Санкт-Петербург. Архитектурное бюро «Земцов, Кондияин и партнёры». 2011 год



Рис. 15. Конкурсный проект концепции развития территорий исторического центра города Калининграда. Территория бывшего порта. Архитектурное бюро «Студия 44». Архитектор Н. Явейн. Институт территориального развития Санкт-Петербурга



Рис. 16. Застройка пешеходной набережной Северной Двины. ЖК «Омега». Архангельск. Архитекторы М. Мамошин и др. 2018 год

сопровождения жизни горожан и становления типа комплексного городского сервиса «Умный город» [6]. В России это прежде всего Москва и Иннополис в Татарстане. Наряду с системами «Умный дом» такие системы оказывают влияние на поиски оптимальных проектных решений различного объёмно-планировочного уровня.

Пандемия коронавируса проявила новое значение городских сервисов в период ограничений и изоляции горожан, обозначив новые возможности логистики с использованием ИКТ и роботизации процессов медицинского обслуживания и различных сервисов. Дальнейшее развитие систем цифрового сопровождения жизнедеятельности покажет возможные связи территориально-градостроительных параметров застройки и влияния цифровых сервисов, а также инициирует возникновение новых типов зданий и сооружений и, наоборот, утрату функций сервиса существующими.

Поиски ассоциативности форм в контексте окружения, исторических прообразов, геометрии и тематической окраски концептуального замысла нацелены на осмысление архитектурных образов в парадигме идентичности месту и времени. В этом поиске представлены здания самого различного назначения, масштаба и стилистики: жилые комплексы, торговые и развлекательные объекты, объекты культуры, выставочные павильоны и административные объекты (рис. 17), а также культовые здания. Бизнес-центр «Академик» – один из примеров решения творческой задачи в условиях контекста юго-запада Москвы. Модернизм 1960-х годов – это чистота и монументальность форм, белый цвет фасадов, стекло и металл. Как преобладающий стиль уже сложившейся застройки он определил общие черты нового объекта, а сама композиция здания доведена до высокого регистра звучания вертикальным ритмом фасада с читаемым портретом академика Вернадского (рис. 18).

Прообразом ажурной диагональной решётки стеклянной башни БЦ «Земельный» в Москве как определяющего элемента оригинального облика зданий послужили гиперболоидные конструкции выдающегося российского инженера В. Шухова⁴.

Отличительной чертой архитектуры жилища стало использование выразительных ритмических построений. Следуя из ячеечной квартирной структуры жилья, использование ритмических рядов в решениях фасадов получило многообразное воплощение. При этом модули ячеек фасада вертикально вытянуты. Оконные проёмы увеличиваются благодаря накладной решётке на два и более этажей, что стало отличительной чертой новейшей архитектуры, в частности московской. Выступающие эркеры создают свою ритмику, которая дополняется набором материалов и их цветовым контрастом. Аппелируя к ясным геометрическим формам, архитекторы ищут новые средства и приёмы выразительности. Сама поверхность, её структура становятся своего рода декором в условиях отказа от других композиционных

⁴ UNKPROJEKT.COM.

элементов и художественных украшений. Кирпичная кладка трактуется как фактурная ткань из пряжи [14], например, в постройках бюро «Сергей Скуратов Архитектс».

Использование криволинейных форм и ритма, придающих динамизм композициям, активно применяется в архитектуре зданий для занятий спортом, например, в Москве во Дворце водных видов спорта и Центре художественной гимнастики (рис. 20), в Казани во Дворце водных видов спорта.

В 2020-е годы российские архитекторы в поисках идентичности применяют гиперболизированные исторические формы или очертания зданий, нетрадиционные материалы [12; 13; 15], при этом многократно повторяя упомянутые ритмические построения и используя «платоновы тела» и жёсткую структурную организацию фасадов зданий, изредка дополняемую изобразительными элементами.

Новые строительные технологии

Наряду с инженерными системами новые строительные технологии способствуют появлению экологической архитектуры, которая создаётся на основе учёта и использования особенностей климата, природных явлений, движения солнца, воздуха и водных масс, а также за счёт энергосбережения путём сохранения архитектурного наследия, создания энергоэффективной архитектуры и применения новых материалов. Все чаще архитекторы используют при решении пространств дворовых территорий, на фасадах и крышах, а также в интерьерах зданий элементы живой природы, растения и деревья.

Все большее значение приобретает модульное строительство. В практике жилищного строительства оно имеет ряд направлений – это мало- и многоэтажное жилище (в том числе крупномодульное) и быстровозводимые здания различного

функционального назначения. Как правило, такие объекты применяются в экстренных ситуациях: стихийные бедствия, миграции, эпидемии (рис. 21).

Крупномодульные элементы служат основой различных функционально-композиционных решений мало- и многоэтажных зданий. Это даёт возможность создавать различные по назначению, форме и планировке объекты: жильё, школы и детские дошкольные учреждения, гостиницы и апартаменты. Проектное бюро «Параметрика» (Parametrica) разрабатывает концепцию модуля с габаритами 15500×7500 мм и высотой 3050 мм. При использовании технологии крупномодульного строительства возникают проблемы логистики и территориальных ресурсов строительной площадки.

Разрешение логистических проблем и организация транспортных потоков получили развитие в Москве в технологиях строительства новых железнодорожных линий, колец и диаметров, подземных и надземных станций и транспортно-пересадочных узлов. Архитекторы создали в стилистике хай-тека сугубо функциональные новые объекты транспортных систем, обеспечивающие комфортное перемещение пассажиропотоков и обладающие индивидуальными архитектурно-художественными чертами. Такой подход к сочетанию архитектуры и монументально-декоративного искусства в интерьерах подземных станций, их вестибюлей и посадочных залов продолжает художественные традиции московского метро, но уже в современной стилистике (рис. 22).

Создание высотных объектов в городах России, ставшее одним из векторов рождения новой идентичности, узнаваемости и уникальности тех или иных районов или города в целом [12], требует синтеза инженерных, архитектурных,



Рис. 17. Комплекс зданий «Москва-Сити». Фото Н.В. Касьянова



Рис. 18. Бизнес-центр «Академик». Москва. 2015–2019 годы



Рис. 19. Бизнес-центр «Земельный». Москва. 2016–2020 годы

Объекты архитектурного бюро «UNK-project»:



Рис. 20. Дворец гимнастики И. Винер-Усмановой. Архитекторы С. Кузнецов и др. 2019 год. Фото Н.В. Касьянова



Рис. 21. Многофункциональный медицинский центр «Коммунарка». Территория Новой Москвы. Архитектурное бюро «Плоткин и партнёры». 2020 год

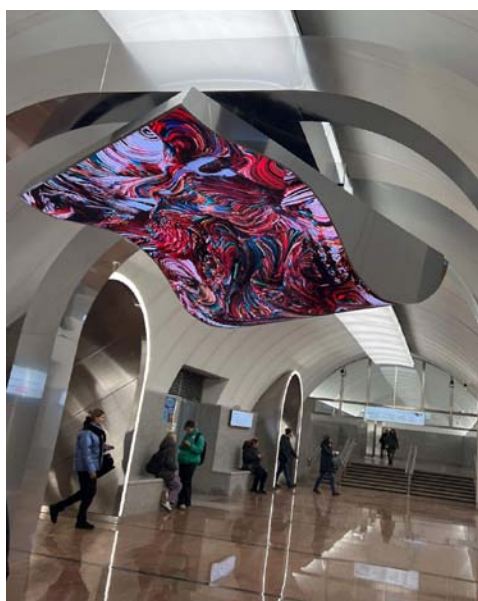


Рис. 22. Станция «Рижская». Большая кольцевая линия Московского метрополитена. 2023 год. Фото Л.Г. Есауловой



Рис. 23. Парк «Зарядье». Москва. Проект консорциума во главе с нью-йоркским архитектурным бюро «Diller Scofidio + Renfro». 2017 год. Фото Н.В. Касьянова

строительных технологий, уникальных конструкторских решений. Наиболее яркие примеры реализованы в Москве [«Москва-Сити» (рис. 17)] и ряд жилых зданий), Санкт-Петербурге («Лакhta центр». АБ «РМЖМ», АО «Горпроект». 2012–2021); Екатеринбурге (офис Русской медной компании. Foster+Partners. 2012–2020).

Комплексное преобразование городских общественных территорий и создание гуманной среды как тренд развития архитектуры 2010-х – 2020-х годов

Примеры таких преобразований – это многочисленные благоустроенные площади, набережные, скверы, насыщенные малыми формами, произведениями искусства, объектами сервиса и питания. Своего рода моделью построения городского общественного пространства отдыха и развлечений стал парк «Зарядье» в центре столицы России (рис. 23). Построенное здесь здание филармонии (руководители авторского коллектива – арх. С. Кузнецов, В. Плоткин) вполне можно отнести к современной архитектуре и по образу, и по технологическому решению. Искусственный озеленённый холм (зона рекреации) раскрывается остеклённым фасадом филармонии. Стеклопанельная «кора» над крышей улучшает микроклимат, 150 солнечных батарей дают энергию для здания. Пространства парка, построенные на сочетании памятников истории и культуры, ландшафтных композиций, новых культурно-зрелищных сооружений и объектов питания, образуют новое комплексное наполнение территории.

Заключение

Сложившиеся условия развития российской архитектуры 1990-х – 2010-х годов дают возможность предложить условное деление этого периода на три основных этапа: 1990-е,

2000-е, 2010-е. Определяющими и влияющими на такое деление факторами стали:

- различие финансово-экономических ситуаций в архитектурно-строительной деятельности;
- социально-экономические аспекты жизнедеятельности населения страны;
- инженерно-экологические и технологические новации в строительстве;
- стратегические принципы устойчивого развития;
- преобладающая стилистика архитектуры.

В 1990-е – 2000-е годы в России формируется система регулирования в проектировании, строительстве и управлении архитектурно-строительной деятельностью, а государственный заказ и частный бизнес определяют черты новой инвестиционной политики в развитии недвижимости.

С 2010-х годов расширяется использование инструментов включения социума в принятие решений в сфере архитектуры и градостроительства: общественные слушания, социологические опросы, краудсорсинговые платформы и проекты, участие в обсуждении будущего общественного пространства двора, улицы, площади, района, города.

В качестве характерной черты всех этих этапов следует отметить быстрое обновление типологии зданий, и как основной фактор – перераспределение их функционального наполнения, приводящее к утрате одних типов и возникновению других.

Прошедшие годы стали временем становления частных архитектурных мастерских и превращения ряда их в крупные проектные организации, успешно работающие на рынке. При этом определилась их тематическая (от узко-типологической до комплексной) и финансово-экономическая специализация. Ряд мастерских работает только с частным бизнесом, при этом оказывая влияние на его представления и предпочтения, в определённой мере и формируя их. Сложилась деловые и партнёрские отношения и со строительными фирмами. Это привело к тому, что архитекторы, обретая доверие заказчика в качестве надёжного партнёра для воплощения замыслов, имеют возможность реализовывать проекты, которые в большей степени соответствуют их представлениям, пониманию современности в архитектуре. Ряд крупных компаний-застройщиков создали проектные отделы в структуре самой компании. При такой форме организации работы первичными являются интересы бизнеса, а ведущей методикой является прямая постановка задач архитектору на получение прибыли.

Широкое практическое использование различных программных комплексов, внедрение BIM- и ТИМ-технологий стало важным этапом осмысления роли информационных технологий в проектировании. Появились оригинальные подходы к решению проектных задач и формированию архитектурного образа. Относительно лёгкая повторяемость таких компьютерных находок приводит к их тиражированию и утрате оригинальности.

В 2010-е годы моделирование архитектурных форм с помощью нейросетей даёт возможность визуализировать

исключительное, порой фантастическое многообразие свето-цветовых и объёмно-пространственных геометрических фигур и их сочетаний в пространстве.

В качестве развивающейся тенденции необходимо отметить расширяющееся влияние на архитектурно-градостроительную проектную, научную и образовательную деятельность стратегии устойчивого развития как единства социально-культурного, энерго-экологического, экономического аспектов.

Характерной чертой проектной и образовательной деятельности в сфере архитектуры и градостроительства становится расширяющееся поле научных исследований и всё большее привлечение научного сопровождения к различным стадиям проектного процесса.

Как тенденцию в российской архитектуре 2010-х годов следует отметить «кристаллизацию» ряда направлений. С одной стороны, новации современности проявляются в стилистике авангардной архитектуры XX века, реминисценциях модернизма, обращённости к минималистским и хайтековским образам, отчасти – попытках встроиться в «нелинейные» поиски. С другой – комплексное прочтение инструментария новаторства и реминисценций неоклассики, интерпретация отечественных архитектурных образов, доведение найденных форм до максимального звучания.

Вероятно, поиски идентичности как веяние времени и потребность уйти от глобальных шаблонов к собственным открытиям будут идти в русле названного комплексного сочетания принципов и приёмов в многообразии региональных природно-климатических, историко-культурных условий и инженерно-технических достижений.

Список источников

1. Есаулов, Г.В. Новейшее время в архитектуре России: конец XX – начало XXI века / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Архитектура изменяющейся России: состояние и перспективы – Москва : КомКнига, 2011. – 464 с. – С. 107–170.
2. Есаулов, Г.В. Современные проблемы и тенденции в архитектуре / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2013. – № 11. – С. 1–7.
3. Броновицкая, А.Ю. Сергей Киселев : Альбом / А.Ю. Броновицкая, М. Фадеева. – Екатеринбург : Татлин, 2014. – 260 с.
4. Иконников, А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность : В двух томах : Том 2 / А.В. Иконников. – Москва : Прогресс-Традиция, 2002. – 672 с. – Текст : непосредственный.
5. Бетски А. Студия 44: создатели монументов : Введение / А. Бетски // О. Явейн, Г. Станишев, А. Бетски. «Студия 44: концепции, проекты, постройки. – London : Thames & Hudson Ltd., 2017. – Текст : непосредственный.
6. Есаулов, Г.В. «Умный город» как модель урбанизации XXI века / Г.В. Есаулов, Л.Г. Есаулова. – Текст : непосредственный // Градостроительство. – 2013. – №4. – С. 27–31.
7. Есаулов, Г.В. Энергоэффективность и устойчивость как векторы развития / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // АВОК. – 2015. – № 5. – С. 4–10.

8. Есаулов, Г.В. Православный храм: архитектура и инженерия / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // АВОК. – 2017. – № 2. – С. 4–10.

9. Есаулов, Г.В. О работе кафедры «Храмовое зодчество» МАРХИ и первом выпуске магистрантов-архитекторов / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // К образу храма XXI века : Первый выпуск магистратуры кафедры «Храмовое зодчество» Московского архитектурного института. – Москва : МАРХИ, 2018. – 111 с. – С. 5–8.

9. Швидковский, Д.О. Русская церковная архитектура накануне революции / Д.О. Швидковский. – Москва : Архитектура-С, 2018. – 408 с. – Текст : непосредственный.

10. Швидковский, Д.О. Архитектурно-градостроительное наследие России: сегодня и завтра / Д.О. Швидковский. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. 2023. – № 1. – С. 5–8.

11. Есаулов, Г.В. Яков Белопольский / Г.В. Есаулов. – Москва : Улей, 2009. – 271 с. – Текст : непосредственный.

12. Есаулов, Г.В. Об идентичности в архитектуре и градостроительстве / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 4. – С. 12–17.

13. Есаулов, Г.В. О некоторых тенденциях в современной архитектуре / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Современная архитектура мира. – 2021. – № 2. – С. 11–30.

14. Есаулов, Г.В. Образы ткани и орнамента в новейшей архитектуре / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведения. Технологии текстильной промышленности. – 2016. – № 5 (365). С. 165–175.

15. Есаулов, Г.В. Современная архитектура в России / Г.В. Есаулов, Л.Г. Есаулова. – Текст : непосредственный // Материалы научной конференции «Меняющаяся форма материальной среды». Пекин. 18–19 сентября 2023 г.

References

1. Esaulov G.V. Noveishee vremya v arkhitekture Rossii: konets XX – nachalo XXI veka [New Era in the Architecture of Russia: the End of the 20th – the Beginning of the 21st Century]. In: *Arkhitektura Izmenyayushchey Rossii: Sostoyanie i Perspektivy [Architecture of Changing Russia: State of Affairs and Prospects]*. Moscow, KomKniga Publ., 2011, 464 p., pp. 107–170. (In Russ.)

2. Esaulov G.V. Sovremennye problemy i tendentsii v arkhitekture [Contemporary Problems and Tendencies in Architecture]. In: *Zhilishchnoe stroitel'stvo [Housing Construction]*, 2013, no. 11, pp. 1–7. (In Russ.)

3. Bronovitskaya, A.Yu., Fadeeva M. Sergei Kiselev, : Al'bum. Ekaterinburg, Tatlin Publ., 2014, 260 p. (In Russ.)

4. Ikonnikov A.V. Arkhitektura XX veka. Utopii i real'nost' [Architecture of the 20th Century. Utopias and Reality], in two volumes, Vol. 2nd. Moscow, Progress-Traditsiya Publ., 2002, 672 p. (In Russ.)

5. Betski A. Studiya 44: sozdateli monumentov [Studio 44: Creators of Monuments], Introduction. In: O. Yavein, G. Stanishev, A. Betski: *Studiya 44: kontseptsii, proekty, postroiiki*

[*Studio 44: Concepts, Projects, Buildings*]. London, Thames & Hudson Ltd., 2017. (In Russ.)

6. Esaulov G.V., Esaulova L.G. «Umnyi gorod» kak model' urbanizatsii XXI veka [Smart City as an Urbanization Model of the 21 st Century]. In: *Gradostroitel'stvo [City and Town Planning]*, 2013, no. 4, pp. 27–31. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. Esaulov G.V. Energoeffektivnost' i ustoichivost' kak vektory razvitiya [Energy Efficiency and Sustainable Architecture as the Development Vectors]. In: *AVOK [ABOK]*, 2015, no. 5, pp. 4–10. (In Russ., abstr. in Engl.)

8. Esaulov, G.V. Pravoslavnyi khram: arkhitektura i inzheneriya [Orthodox Temple: Architecture and Engineering]. In: *AVOK [ABOK]*, 2017, no. 2, pp. 4–10. (In Russ., abstr. in Engl.)

9. Esaulov G.V. O rabote kafedry «Khramovoe zodchestvo» MarkhI i pervom vypuske magistrantov-arkhitektorov [About the Work of the "Temple Architecture" Department of MARCHI and the First Graduation of Graduate Students-Architects]. In: *K obrazu khrama KhKhI veka : Pervyi vypusk magistratury kafedry «Khramovoe zodchestvo» Moskovskogo arkhitekturnogo instituta [To the Image of the Temple of the 21st Century: the First Graduation of the Master's Degree of the "Temple Architecture" Department of the Moscow Institute of Architecture]*. Moscow, MARKhI Publ., 2018, 111p., pp. 5–8. (In Russ.)

9. Shvidkovskii D.O. Russkaya tserkovnaya arkhitektura nakanunerevolutsii [Russian Church Architecture on the Eve of the Revolution]. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 2018, 408 p. (In Russ.)

10. Shvidkovskii D.O. Arkhitekturno-gradostroitel'noe nasledie Rossii: segodnya i zavtra [Architectural and Urban Heritage of Russia: Today and Tomorrow]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2023, no. 1, pp. 5–8. (In Russ., abstr. in Engl.)

11. Esaulov G.V. Yakov Belopol'skii. Moscow, Ulei Publ., 2009, 271 p. (In Russ.)

12. Esaulov G.V. Ob identichnosti v arkhitekture i gradostroitel'stve [On Identity in Architecture and Urban Planning]. In: *Academia Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2018, no. 4, pp. 12–17. (In Russ., abstr. in Engl.)

13. Esaulov G.V. O nekotorykh tendentsiyakh v sovremennoy arkhitekture [About Several Trends in Modern Architecture]. In: *Sovremennaya arkhitektura mira [Contemporary World's Architecture]*, 2021, no. 2, pp. 11–30. (In Russ., abstr. in Engl.)

14. Esaulov G.V. Obrazy tkani i ornamenta v noveishei arkhitekture [The Images of Fabric and Ornamentation in Modern Architecture]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologii tekstil'noi promyshlennosti [Proceedings of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology]*, 2016, no. 5 (365), pp. 165–175. (In Russ., abstr. in Engl.)

15. Esaulov, G.V. Sovremennaya arkhitektura v Rossii / G.V. Esaulov, L.G. Esaulova. – Текст : neposredstvennyi // Materialy nauchnoi konferentsii «Menyayushchayasya forma material'noi sredy» [Proceedings of the scientific conference “The Changing Form of the Material Environment”], Pekin. 18–19 sentyabrya 2023 g.

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 26–36.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 26–36.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 72.03:719

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-26-36

Архитектурно-планировочная среда исторических поселений Кянда и Солозеро на побережье Белого моря. Традиции и трансформации

Жигальцова Татьяна Валентиновна (Архангельск). Кандидат философских наук. Кафедра культурологии и религиоведения Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (163002, Архангельск, набережная Северной Двины, 17. САФУ). Эл. почта: zhitava@gmail.com

Бодэ Андрей Борисович (Москва). Кандидат архитектуры, советник РААСН. Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России») (111024, Москва, ул. Душинская, 9. НИИТИАГ); Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: bode-niitag@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию архитектурно-планировочной среды северорусских исторических поселений на примере села Кянда и деревни Солозеро Онежского района Архангельской области. Онежский (Лямецкий) берег Белого моря, где расположены исследуемые поселения, относится к прибрежной арктической зоне, характеризуется высокой строительной активностью в период освоения и заселения Русского Севера. Он сохранил богатейшее историко-культурное наследие. Изучение исторических поселений прибрежной арктической зоны позволяет получить новые знания о традиционной архитектуре, организации пространства жизни, понять принципы органичности в планировке и застройке.

Работа основана на архивных исследованиях по истории поселений Кянда и Солозеро. Планировочное развитие и архитектуру исследуемых поселений иллюстрируют исторические графические материалы. Кроме архивных исследований, в работе использован метод полевой этнографической работы для сбора воспоминаний местных жителей об образе жизни, промысловой и хозяйственной деятельности, утраченных архитектурных объектах.

Совокупность материалов натуральных, архивных и этнографических исследований позволила раскрыть причины формирования структуры рассматриваемых поселений, получить новые знания об архитектуре деревянных храмов XVII–XIX веков, а также выявить направления трансформации сельской среды в XX века. Выполнены графические реконструкции храмового комплекса села Кянда и окружающего исторического ландшафта. Анализ пространственной структуры поселений послужил для выявления принципов их организации.

Ключевые слова: русское деревянное зодчество, культурный ландшафт, Кянда, Онежский берег Белого моря, архитектурно-пространственная среда, традиционные поселения

Финансирование. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-28-10034 «Создание устойчивых сообществ с учётом последствий трансформации архитектурно-этнографической среды островной и прибрежной Арктики».

Для цитирования. Жигальцова Т.В., Бодэ А.Б. Архитектурно-планировочная среда исторических поселений Кянда и Солозеро на побережье Белого моря. Традиции и трансформации // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 26–36. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-26-36.

Architectural and Planning Environment of the Historical Settlements of Kyanda and Solozero on the Coast of the White Sea. Traditions and Transformations

Zhigaltsova Tatiana V. (Arkhangelsk). Candidate of Sciences in Philosophy. Northern (Arctic) Department of Cultural and Religious Studies of the Federal University named after M.V. Lomonosov, (17, Severnaya Dvina embankment, Arkhangelsk, 163002. NARFU). E-mail: zhitava@gmail.com

Bode Andrei B. (Moscow). Candidate of Sciences in Architecture, Advisor of RAACS. The Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning (branch of the TsNIIP Ministry of Russia) (9 Dushinskaya st., Moscow, 111024. NIITIAG); National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russia. NRU MGUSU). E-mail: bode-niitag@yandex.ru

Annotation. The article is devoted to the study of architectural and planning environment of historical settlements in the Russian north on the example of the Kyanda village and the Solozero village in the Onega district, Arkhangelsk region. The Onega (Lyametsky) coast of the White Sea, where these settlements are located, belongs to the coastal Arctic zone, is characterized by high construction activity in the period of the Russian North exploration and settlement. It has retained a most abundant historical and cultural heritage. The study of historical settlements of the coastal Arctic zone allows obtaining new knowledge on traditional architecture and living space arrangements, as well as understanding the principles of harmony in space planning and construction.

The work is based on archive studies of Kyanda and Solozero history. Graphical materials are used to illustrate the development of space planning design and architecture. Together with archive studies, this work employs the field ethnographic work method to gather and document the recollections of the local residents about their lifestyle, trade and economic activities, and lost architectural objects.

The combined results of field surveys, archival and ethnographic studies enabled the authors to expose the reasons behind the formation of the structure of the settlements in question, obtain new knowledge on the wooden church architecture of the XVII–XIXth centuries, and identify the ways of rural environment transformation in the XXth century. Graphical reconstruction of the church complex in the Kyanda village and the surrounding historical landscape has been carried out. The analysis of the settlements' spatial structure helped to identify the principles of their organization.

Keywords: Russian wooden architecture, cultural landscape, Kyanda, Onega coast of the White Sea, architectural and spatial environment, traditional settlements.

Funding. The research was funded by the grant of the Russian Science Foundation No. 23-28-10034 Creation of sustainable communities in view of the consequences of transformation of architectural and ethnographic environment of the island and coastal Arctic.

For citation. Zhigaltsova T.V., Bode A.B. Architectural and Planning Environment of the Historical Settlements of Kyanda and Solozero on the Coast of the White Sea. Traditions and Transformations. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 26–36, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-26-36.

Место впадения реки Онеги в Белое море издревле было одной из ключевых точек в пространстве Русского Севера. Здесь завершался долгий и непростой речной путь и открывался морской простор, не только связывающий все беломорские берега, но и позволяющий ходить в другие страны. Наибольшее значение река Онега как путь, связующий центральные земли России и Беломорье, приобрела в XVI–XVII века, а затем позже, в эпоху промышленного развития, – во второй половине XIX века. Нижнее Поонежье и окрестности устья Онеги отличаются развитой системой расселения и наличием выдающихся по архитектуре и по масштабу храмовых комплексов [1].

Одним из крупных поморских поселений была Кянда. Оно известно с середины XVI века. Впервые погост Кянда упоминается в 1562 году в Сотной на Турчасовский стан Каргопольского уезда как часть «Поморе на Двинской стороне» в составе «волостки по речке Тамице» [2, с. 443]: «В той же волости на речке на Кянде погост. А на погосте церков Петр и Павел. На погосте ж на церковной земле двory непашенные...» [2, с. 445]. Как и большинство прибрежных сёл, Кянда стояла на некотором отдалении от моря в нескольких километрах от устья на берегах одноимённой реки. Такое местоположение защищало поселение от морских стихий, а порой и от неприятеля с моря, а также обеспечивало жите-

лей пресной водой. Центр села находился при впадении в реку Кянду реки Вои, на мысу до недавнего времени стоял храмовый комплекс, состоявший из Богоявленской (1668) и Вознесенской (1884) церквей с колокольной (рис. 1).

В 1834 году в селе Кянде проживало 304 мужчины¹, в 1895 году – 491 мужчина и 569 женщин в 138 дворах [3, с. 33]. По данным 1895 года Кяндский приход состоял из большого села Кянда, выселка Кяндозеро в восьми верстах и деревни Солозеро в 35 верстах [3, с. 33]. Однако последние два поселения вошли в состав Кяндского прихода не ранее 1863 года, поскольку до этого времени выселка Кяндозеро не существовало: «в Кяндском приходе 341 муж. и 376 жен. и *весь приход от церкви на одной версте* [Курсив. – Авторы]»².

Планировка села имеет сложную структуру, обусловленную совокупностью нескольких природно-географических факторов. Её композиционной основой была извивающаяся зигзагами река и приток. С севера село прикрывали холмы с крутыми склонами, что создавало благоприятный микроклимат, защищая от северных ветров. Застройка располагалась под склонами, заходя в распадок между холмами. Все улицы вели в центр, к храмовому комплексу как важному ориентиру для пространственной организации села. И, наконец, в застройке всех северорусских поселений отчётливо преобладает ориентация на юг, что выражалось в постановке домов и в плотности застройки по определённым сторонам улиц [4, с. 83] (рис. 2).

На эту множественность обстоятельств и условий в пространственной организации северных поселений указывал Ю.С. Ушаков, посвятив этой теме специальное исследование [5]. На примере планировки Кянды мы убеждаемся в максимальной эффективности использования пространства для жизни, когда занимается каждый удобный участок и вместе с тем формируется компактная ткань застройки.

Фасады домов были ориентированы на реки Кянда, Воя и Сарай ручей. По уличному принципу (совр. – ул. Школьная) поставлены дома, смотрящие на почтовый тракт, построенные, вероятно, в период с 1856-го по 1884 год, а третий ряд – после 1884 года. Копия с карты 1856 года с нанесением на неё в 1884 году планируемых новых домов под литерой «А» № 1–29 и усадебных участков, демонстрирует этапы расширения села в этот период (рис. 3) и расположение мостов. Серым цветом отмечены дома, построенные до середины XIX века, красными чернилами – дома, планируемые к постройке в 1856 году, а фиолетовыми – в 1884 году.

Ряд домов по современной улице Заречной планировалось передвинуть для создания ровных рядов с соблюдением требований пожарной безопасности в соответствии со Стро-

¹ Дело о том, чтобы дозволено было взять излишнюю землю у Дьячка Константина Васильева в общий раздел священно-церковнослужителям, 1834–1837 // ГААО (Государственный архив Архангельской области). Ф. 29. Оп. 4. Т. 2. Д. 1411. Л. 2.

² Дело о перечислении Солозерской деревни от Ненокосцкого прихода к Кяндскому, 1863 // ГААО. Ф. 29. Оп. 1. Т. 2. Д. 1985. Л. 2 об. (Справка).

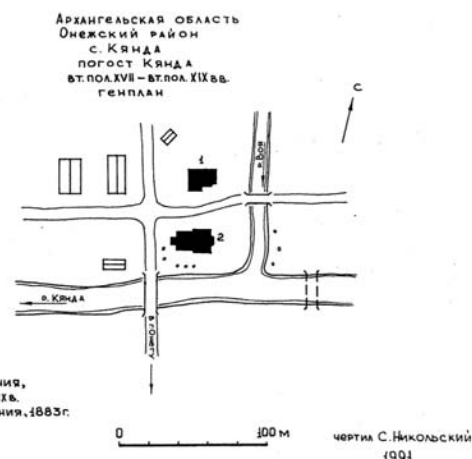


Рис. 1. Расположение храмового комплекса в селе Кянда. Генплан, 1991. Автор С. Никольский (источник: Погост Кянда, вторая половина XVIII – вторая половина XIX вв. / Паспорт памятника истории и культуры СССР, 1992 / Сост. П.Н. Шармин // ГАУ «НПЦ по охране памятников истории и культур». Научно-технический архив. Паспорт арх. № 501)



Рис. 2. Общий вид села Кянды. 1914 год (источник: Российский этнографический музей. 3227-12. Ф. нег. 8 x 11)



Рис. 3. Планировка села Кянды Онежского уезда Архангельской губернии. 1884 год (источник: фонды структурного подразделения «Кяндский клуб-библиотека» МБУК «Культурно-досуговый центр «Покровский»». 2023 год)

ительным уставом. Под номерами 37 и 38 отмечены дома священника и дьячка, планируемые к постройке на расстоянии двадцати сажень от церквей. Рядом с указанными домами причта находился сельский магазин, что довольно редкое явление для архитектурно-пространственной композиции северных сёл и деревень. В 1881 году при перестройке магазина при нём был сделан огород³. Возник спор между местным священником и жителями, кому принадлежит огород, так как он затрагивал часть земель священника. В своём рапорте Архангельской духовной консистории от 10 марта 1884 года благочинный Климент Иванов указывал, что крестьяне хотят взять часть причтового огорода «потому только, что при том огороде находится сельский магазин (который, между прочим, и стоит-то на церковной площади – как помнится на расстоянии 18 саж. от Церкви)»⁴. В качестве доказательства он приводит в пример план 1856 года, на котором дома священника и дьячка (номера 37 и 38) имеют плановые к постройке места «на которых теперь находятся их дома», а также выдвинул мысль, что эти земли могут понадобиться под строительство железной дороги⁵. В 1885 году по решению суда земля была возвращена причту и сверх этого прихожане отдали причту пожню в «Глуховке» размером около трёх возов⁶. Местные жители вспоминают, что дом священника был передан колхозу, а в 1950-е годы выкуплен частным лицом. В настоящее время недалеко от места, где стоял дом священника (номер 37), находится магазин, построенный около десяти лет назад: «Вот сейчас, где магазины рядом, вот тут, попереди магазина был дом священника. Единственное, что луг [Попов луг. – Авторы] остался, его угоды»⁷. В других поселениях Белого моря дома священников также не разбирались, а перестраивались под новые нужды, например, под почту (село Тамица), школу (село Ворзогоры), клуб (село Малошуйка).

По данным Т.А. Бернштам, село Кянда делилось на Вою (Верховье) и Низ, который состоял из двух концов – Мугала и Пёлнаса [6, с. 29–30]. Полученные полевые этнографические материалы позволили дополнить имеющуюся картину. Жители выделяют следующие части села – Заболотье, Верховье, Низовье, Пёлнас, Новая деревня (с 50-х годов XX века), Воя. Топонимы – Рыжая

улица, Ключеватка (болотистое место), Берёзово, Попов наволок, Копанец (ручей), Сарай-ручей, Бурка (лес), Тропиха (гора), Каря (болото), лисичник (разводили чернобурых лисиц), Селенский угор, Королевский угор, Монастырщина (поле), Мироновщина (поле), Спирино поле, Мугала (холм), Высокая гора, Подвысокая гора и другие. С топонимами связаны приметы: «Если Сарай-ручей идёт, весной потёк под снегом, значит скоро речка выйдет, вот-вот жди на днях, если вода пошла поверху – всё, две недели можешь спокойно ходить по реке. И замечали, всё это совпадало»⁸. Во второй половине XX века появились новые названия – Индия и Швейцария: «Индия – этот мысок, полуостров, скажем. Ну я думаю, что народ назвал из-за сходства по карте с полуостровом»; «Швейцария – там у них действительно особый микромир, там у них настолько вот лес какой-то, вот там вот такое место спокойное, дышится легко»⁹.

В середине XIX века на горе Елизаровщине находилось кладбище и стоял поклонный крест на расстоянии одной версты от приходских церквей: «Так забыто, со стороны Прихожан, что В Настоящее Время нет Креста где бы Можно, Когда Совершить Общую Панихиду. Был Крест Сооружен, доселе Предками, по Среде Горы, Он от давности времени упал, – и Площадка уже Сгнила вся»¹⁰. В 1891 году на этом кладбище планировалось построить кладбищенскую часовню во имя святителя и чудотворца Николая на личные средства крестьянина Михаила Мосеева¹¹ «в память злодейского Покушения на Священную Особу и Драгоценнейшую Жизнь Его Императорского Высочества Государя Наследника Цесаревича Николая Александровича, Совершившегося Во время Дальнейшаго Путешествия Его Высочества в Японском Государстве, в 29-го апреля 1891 года»¹². «В виду смерти» М. Мосеева в 1893 году дело прекратили и сдали в архив¹³. Однако на этом месте часовня всё же была построена. В 1911 году Прокопий Фёдоров Братанов выразил желание построить на свои средства кладбищенскую часовню в честь Всех Святых размером 3×3 сажени или 3×2 ½ сажени¹⁴. В мае 1912 года все работы были произведены «добросовестно и прочно», в июле 1914-го возведён новый иконостас на средства, пожертвованные Пелагеей Михайловной Кузнецовой¹⁵. 30 августа 1915 года священник Кяндского прихода Леонид Ивановский написал

³ Об отнятии прихожанами Кяндского прихода Онежского уезда у своепришедского причта сенокоса «в Пелнасу» и пахотной земли «в Высокой», 1881–1885 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 719. Л. 8.

⁴ Там же. Л. 21.

⁵ Там же. Л. 21–21об.

⁶ Там же. Л. 26–27.

⁷ Полевые этнографические материалы Т.В. Жигальцовой, село Кянда, июнь 2023 (информанты: Людмила Валентиновна Бурдейная, Виталий Юрьевич, Юрий Васильевич и Зинаида Витальевна Ащеуловы, Тамара Михайловна Горбачева, Владислав Николаевич и Нина Сергеевна Людинчан, Лидия Павловна Лаврентьева).

⁸ Полевые этнографические материалы Т.В. Жигальцовой, с. Кянда, июнь 2023.

⁹ Там же.

¹⁰ Дело о дозволении крестьянину Михаилу Моисееву построить на кладбище Кяндского прихода деревянную часовню, 1891–1893 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1147. Л. 7 об.

¹¹ В различных документах фамилия крестьянина пишется в двух вариантах – Моисеев или Мосеев.

¹² Дело о дозволении крестьянину Михаилу Моисееву построить на кладбище Кяндского прихода деревянную часовню, 1891–1893 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1147. Л. 1–1 об.

¹³ Там же. Л. 14 об.

¹⁴ Дело о постройке часовни на кладбище Кяндского прихода Онежского уезда, 1911–1915 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1972. Л. 2–2 об.

¹⁵ Там же. Л. 10; 13.

акт освидетельствования иконостаса и часовни, сведений об освящении часовни нет¹⁶. Сейчас старое кладбище находится в заброшенном состоянии, топоним «Елизаровщина» утрачен, место расположение часовни неизвестно.

Михаил Мосеев до этого ещё дважды предпринимал попытки построить часовню в Кянде, однако из-за финансовой несостоятельности М. Мосеева это сделано не было. 4 августа 1869 года ему было дано разрешение от Архангельской духовной консистории построить две часовни. Первая часовня во имя пророка Божия Илии в память о чудесном избавлении Государя Императора Александра II от опасности, угрожавшей ему 4 апреля 1866 года и 25 мая 1867 года, осталась недостроенной (поставлено шесть венцов). Вторая часовня «за последовавшей вскоре несостоятельностью означенного крестьянина осталась непостроенной»¹⁷. Традиция строить памятные часовни была положена после ряда покушений на жизнь Александра II, поскольку спасение императора от смерти воспринималось обществом как чудо [7, с. 113]. Недостроенная часовня во имя пророка Божия Илии стояла на возвышенности в урочище «Монастырщине» и была достроена только в 1883 году на средства крестьянина Прокопия Вахрамеева¹⁸. Местные жители вспоминают, что часовня сгорела: «...раньше, вот где сейчас крест стоит, там стояла часовня с колоколом, но часовня сгорела при непонятных обстоятельствах. Говорят, что до 50-х годов вот этот колокол и стоял как, так скажем, пожарный»¹⁹. В 2011 году на этом месте был поставлен поклонный крест, в 2022 году обновлён (рис. 4).

По воспоминаниям местных жителей, поклонный крест стоял у дома Касьяна Касьянова (№ 3 на карте 1856 года) и его потомков: «Крест был. Я ещё помню этот крест, Петру и Павлу, вот, у дома Касьянова Ивана Михайловича. В школу я ходила, он стоял»²⁰. Вероятно, крест был под навесом, поскольку некоторые местные жители называют его часовней. Крест простоял вплоть до середины XX века.

Архитектурным и пространственным центром села в XVIII–XIX века был ансамбль, состоящий из двух церквей и колокольни (рис. 5). Для Поморья и нижнего Поонежья традиционно сочетание тёплой кубоватой пятиглавой церкви и холодной шатровой [8]. Именно таковым был и ансамбль в Кянде.

¹⁶ Дело о постройке часовни на кладбище Кяндского прихода Онежского уезда, 1911–1915 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1972. Л. 14.

¹⁷ Дело о разрешении построить часовню в Кяндском приходе Онежского уезда в урочище под названием Монастырщина на средства крестьянина Прокопия Вахрамеева, 1883 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 764. Л. 1–2 об.

¹⁸ Там же. Л. 4.

¹⁹ Полевые этнографические материалы Т.В. Жигальцовой, село Кянда, июнь 2023 года.

²⁰ Там же.

²¹ Дело о сгорении церкви и колокольни в Кяндском приходе Онежского уезда, 1879–1881 // ГААО. Ф. 29. Оп. 3. Т. 5. Д. 482. Л. 1.

²² Погост Кянда, вторая половина XVII – вторая половина XIX вв. / Паспорт памятника истории и культуры СССР, 1992 / Сост. П.Н. Шармин // ГАУ «НПЦ по охране памятников истории и культуры». Научно-технический архив. Паспорт арх. № 501. Л.1.

²³ Там же. Л. 9 об.

²⁴ Там же. Л. 10.

Согласно рапорту местного священника Климента Иванова Нафанаилу епископу Архангельскому и Холмогорскому, тёплая двухэтажная пятиглавая деревянная церковь во имя Вознесения Господня (на верхнем этаже) и Благовещения Пресвятой Богородицы (на нижнем этаже с приделами во имя святого великомученика Георгия Победоносца и святого Александра Невского), построенная в 1794 году, в ночь с 5 на 6 декабря 1879 года «при сильном ветре» сгорела «со всем ея имуществом и деревянную колокольню, стоявшую особо от Церкви»²¹. Шатровая колокольня датировалась 1744 годом²². Во время пожара погиб племянник церковного сторожа Филиппа Шемякина Егор Шемякин (13 лет) и его друг Иосиф Логинов (11 лет), сам сторож получил опасные ожоги лица и тела²³. В показаниях Полицейского урядника указано, что по словам сторожа печь в тот день не топили, загорелась «трапеза и с северной стороны, около печи на левой руке, а потом капитальная стена в сторожеской, около которой проведена труба и как нужно полагать, пожар сделался от расколовшейся трубы»²⁴. Подростки помогли тушить пожар, когда вода закончилась, сторож побежал на колокольню бить тревогу, а ребята остались в сторожеской.

Шатровая холодная церковь во имя Богоявления Господня с приделом во имя святых апостолов Петра и Павла



Рис. 4. Поклонный крест на Селенском угоре. Фото Т.В. Жигальцовой. 2023 год



Рис. 5. Центральная часть села Кянды. Тёплая двухэтажная пятиглавая церковь во имя Вознесения Господня (1794) и холодная шатровая церковь во имя Богоявления Господня (1668). Рисунок-реконструкция А.Б. Бодэ

находилась на расстоянии двадцати саженей от сгоревшей, построена в 1668 году на каменном фундаменте, высотой 17 саженей с двумя главами и деревянными крестами, крытые чешуей, крыша и стены покрыты досками, стены паперти с двух сторон тёсанные, 18 окон, крыльцо в три ступени с перилами, покрыто досками, полы бревенчатые тёсанные и строганные, «в Церкви потолок на 8 грань»²⁵. По иным данным, церковь датируется 1688 годом²⁶. Постройка относилась к широко распространённому типу шатрового храма «восьмерик на четверике». Особенностью поморских шатровых церквей были архаичные прямоугольные алтари и галереи-паперти, окружавшие основной храмовый четверик с двух сторон. Паперти были достаточно большие, некоторые источники называют их трапезными [9].

Аналогичные шатровые храмы Поморского и Онежского берегов Белого моря – это Никольская церковь в Ворзогорах (1636) [10], Никольская церковь в Малошуйке (1638) [11], в Пурнеме (1648) [9] и Нижмозере (1661) [9]. Все эти постройки имеют близкий к квадрату основной объём и паперти, построенные с севера и запада. Кяндская Богоявленская церковь, таким образом, становится самым поздним известным памятником в этом ряду и замыкает его.

В 1880 году поставили временную колокольню на столбах с шестью колоколами, один из которых пожертвован вятской купчихой Анной (фамилия неизвестна)²⁷. В этом же году «одежда на престоле из парчи» жертвована купцом И.П. Воробьёвым, покров шёлковый на престол – Соловецким монастырем, покров из парчи на престол в пределе святых апостолов Петра и Павла – купцом Федором Жяверживым²⁸. Антиминс на жёлтом атласе в пределе святых апостолов Петра и Павла священнодействован преосвященным Варлаамом, епископом Архангельским и Холмогорским, 27 июля 1849 года²⁹.

²⁵ Дело о сгорении церкви и колокольни в Кяндском приходе Онежского уезда, 1879–1881 // ГААО. Ф. 29. Оп. 3. Т. 5. Д. 482. Л. 22–22об. Или Там же. Л. 22–22 об.

²⁶ Погост Кянда, Церковь Богоявления. 1688 г., первая половина XIX в. / Паспорт памятника истории и культуры СССР, 1992 / Сост. П.Н. Шармин // ГАУ «НПЦ по охране памятников истории и культур». Научно-технический архив. Паспорт арх. № 503. Л.1.

²⁷ Дело о сгорении церкви и колокольни в Кяндском приходе Онежского уезда, 1879–1881 // ГААО. Ф. 29. Оп. 3. Т. 5. Д. 482. Л. 23.

²⁸ Там же. Л. 24; 28.

²⁹ Там же. Л. 28об.

³⁰ Там же. Л. 23.

³¹ Там же. Л. 55.

³² Дело о дозволении построить в Кяндском приходе Онежского уезда церковь, 1880–1884 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 2. Д. 2051. Л. 4 об.

³³ Там же. Л. 14.

³⁴ Там же. Л. 21–21об.; 24–25.

³⁵ Там же. Л. 28 об.

³⁶ Там же. Л. 39.

³⁷ Там же. Л. 41–41 об.

³⁸ Там же. Л. 41–41 об.

³⁹ Там же. Л. 46 об.

⁴⁰ Там же. Л. 57.

Во время пожара сгорело 40 саженей церковной ограды 1831 года постройки, 55 саженей осталось. Ограда деревянная «в Столбах забрана брусками», две калитки³⁰.

После пожара, в марте-июне 1880 года, крестьяне хотели построить новую тёплую одноэтажную церковь в одной связи с колокольней, но с теми же престолами, которые размещались в сгоревшей двухэтажной церкви (во имя Вознесения Господня, Благовещения Богородицы, святого великомученика Георгия Победоносца, святого Александра Невского, а позже, в 1882 году при обсуждении формы верха церкви и в 1883 году при поиске финансирования, еще добавился пятый престол – во имя Николая Чудотворца, поскольку имя жертвователя денег – Николай Дмитриевич Полежаев³¹), на месте сгоревшей колокольни построить «караулку для церковного сторожа», а также отремонтировать 40 саж. ограды³². В своём прошении Нафанаилу, епископу Архангельскому и Холмогорскому, они описывали свое бедственное положение: «Мы, нижеподписавшиеся крестьяне, ... живём в такой местности Северного края, где владеемая нами земля в менее урожайные годы не доставляет особенно многосемейным, годового насущного продовольствия; почему значительная часть молодых людей мужеского пола в количестве 100 человек ежегодно для денежных заработков на продовольствие и уплату податей и повинностей, отправляются в летнюю пору в Олонецкую губернию и С. Петербург, а преимущественно большинство на Онежский и Сороцкий Кемского уезда лесопильные заводы. А как ныне мы желаем построить на свои средства новую одноэтажную деревянную церковь вместе с деревянною колокольнею над папертью церкви»³³. Для экономии 500 рублей на строительстве новой церкви было принято решение строить её на старом фундаменте сгоревшей церкви из булыжного камня, размерами 3 аршины в высоту, 12 саженей в длину и 7 саженей в ширину³⁴. В 1882 году Губернский инженер разработал проект на постройку церкви, который не соответствовал старому фундаменту³⁵. В этом же году были разработаны новый проект и смета, проверенные Управлением государственных имуществ и утверждённые Архангельской духовной консисторией с разрешением о выделении 1136 сосновых брёвен из Кяндской дачи на постройку³⁶. Однако осенью 1882 года крестьяне пишут прошение новому епископу Серапиону о том, что их не устраивает утверждённый план и фасад, на котором «только с одной главой, как у нас прежняя была 5главая и нонче желаем также»³⁷. Кроме этого, по мнению крестьян, пятипрестольный храм с одной главой «не будет приличен»³⁸. Строительное отделение ответило отказом, поскольку пятиглавие возможно поставить только при изменении самого фундамента³⁹. По всей видимости, крестьяне согласились с одноглавым верхом церкви.

В мае 1883 года Панкратий Кучин, который до этого строил только дома и мореходные суда, получает благословение епископа Серапиона и приступает к строительству⁴⁰. Деньги на строительство в сумме 1294 рублей жертвует Санкт-Петербургский купец Николай Дмитриевич Полежаев. В

процессе строительства, благочинный Климент Иванов предлагает вместо двух приделов сделать ризницу и пономарню, так как для них нет места⁴¹. Уже в ноябре 1883 года постройка церкви была завершена, 7 февраля 1884 года храм во имя Вознесения Господня был освящён благочинным Климентом Ивановым⁴². Данных об освящении приделов нет.

В советское время в церкви во имя Вознесения Господня был устроен клуб, разобрано шатровое завершение и колокольня над папертью, на западном фасаде сделано новое крыльцо, на северном фасаде сооружена пристройка⁴³. Церковь во имя Богоявления Господня использовалась как колхозный склад, в котором также была сделана новая шиферная крыша, на северном фасаде прорублен новый вход в подклет, были расширены дверные проёмы и произведены другие небольшие изменения⁴⁴ (рис. 7).

Обе церкви сгорели. Летняя церковь сгорела в 1994 году от шаровой молнии, зимняя – в 1996 году в результате халатности⁴⁵. Собранные в ходе полевой этнографической работы воспоминания местных жителей об истории конкретных мест и архитектурных объектах опубликованы на интерактивной онлайн карте села (<http://emogeography.com/kyanda-r.html>). На месте сгоревших церквей в 2008 году поставлена часовня во имя Петра и Павла.

Рассмотрим другой пример – архитектурно-планировочную среду деревни Солозеро. Солозеро располагалась «при озере – Солозеро, с одной стороны от Ненокоцкой церкви Архангельского уезда в 40 верстах, а с другой стороны от Кяндской церкви Онежского уезда в 30 верстах»⁴⁶ и до 1861 года входила в состав Ненокоцкой волости. С 1861 года по Гражданскому ведомству деревню причислили к Кяндской волости, но не перенесли по Духовному ведомству⁴⁷. К 1863 году крестьяне вынуждены были «доставлять сведения то тому, то другому Причту», поэтому просили Нафанаила, епископа Архангельского и Холмогорского, «об окончательном причислении нашей деревни к Кяндскому приходу согласно Гражданскому порядку», что и было сделано в октябре этого же года⁴⁸. В деревне проживало 43 жителя⁴⁹. Планировка деревни предельно проста и, можно сказать, изначальна. Это просто ряд домов, подчинённый единственной

координате – береговой линии озера (рис. 8). Берег обращён на юг, то есть условия расположения деревни здесь наиболее благоприятные. И перед рядом домов у воды стоит часовня как ориентир и для подходящих к деревне с озера, и для обитателей деревни на берегу.

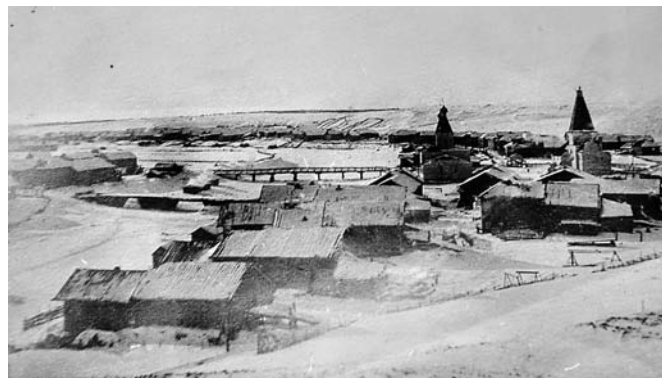


Рис. 6. Церкви Кяндского погоста в архитектурно-пространственной композиции села. Начало XX века (источник: фонды структурного подразделения «Кяндский клуб-библиотека» МБУК «Культурно-досуговый центр «Покровский». 2023 год)

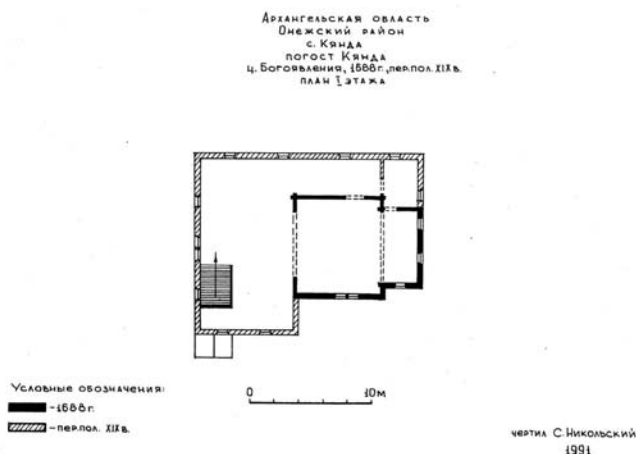


Рис. 7. План и внешний облик Богоявленской церкви (1668) в селе Кянде после утрат советского времени (источник: Погост Кянда, Церковь Богоявления. 1688 г., первая половина XIX в. / Паспорт памятника истории и культуры СССР, 1992 / Сост. П.Н. Шармин // ГАУ «НПЦ по охране памятников истории и культуры». Научно-технический архив. Паспорт арх. № 503)

⁴¹ Дело о дозволении построить в Кяндском приходе Онежского уезда церковь, 1880–1884 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 2. Д. 2051. Л. 56.

⁴² Там же. Л. 59, 62.

⁴³ Погост Кянда, Церковь Вознесения. 1883 год / Паспорт памятника истории и культуры СССР, 1992 / Сост. П.Н. Шармин // ГАУ «НПЦ по охране памятников истории и культуры». Научно-технический архив. Паспорт арх. № 502. Л.1.

⁴⁴ Погост Кянда, Церковь Богоявления. 1688 г., первая половина XIX в. / Паспорт памятника истории и культуры СССР, 1992 / Сост. П.Н. Шармин // ГАУ «НПЦ по охране памятников истории и культуры». Научно-технический архив. Паспорт арх. № 503. Л.1.

⁴⁵ Полевые этнографические материалы Т.В. Жигальцовой, село Кянда, июнь 2023 года.

⁴⁶ Дело о перечислении Солозерской деревни от Ненокоцкаго прихода к Кяндскому, 1863 // ГААО. Ф. 29. Оп. 1. Т. 2. Д. 1985. Л. 1.

⁴⁷ Там же. Л. 1.

⁴⁸ Там же. Л. 1 об.

⁴⁹ Там же. Л. 1.

В деревне Солозеро имелась «древняя» часовня во имя явления иконы Тихвинской Божией Матери, к которой в 1881 году была пристроена паперть с колокольней, перекрыта крыша, а сама часовня обшита и окрашена белилами⁵⁰. В этот период в деревне проповедовал старообрядчество расколоучитель Анисим, которого в 1880 году сослали в Сибирь⁵¹. В десяти верстах от деревни находился его дом, который в 1885–1887 годы использовался как перевалочный пункт через болота для поморских раскольников «с Почтовой дороги из посада Ненокса... гнезда раскольников, в город Онегу»⁵². Для усиления православной веры было принято решение часовню перестроить в церковь. В 1887–1888 годы к часовне был пристроен алтарь (рис. 9), однако освящение новой церкви перенесли, поскольку икона Божией Матери Тихвинской находилась в Санкт-Петербурге «по случаю

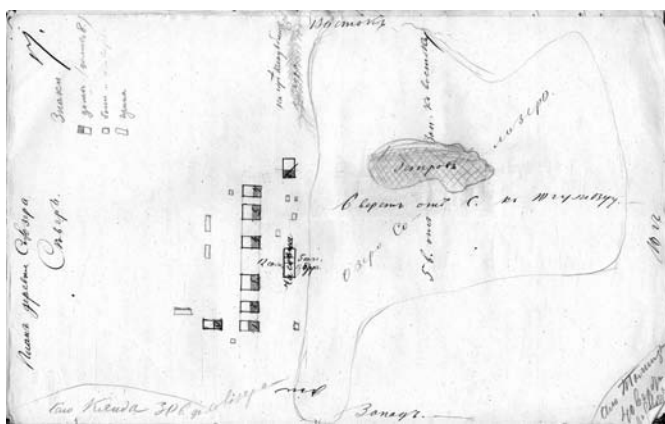


Рис. 8. План деревни Солозеро с указанием расположения домов, бань и гумен. 1887 год (источник: ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 890. Л. 17)

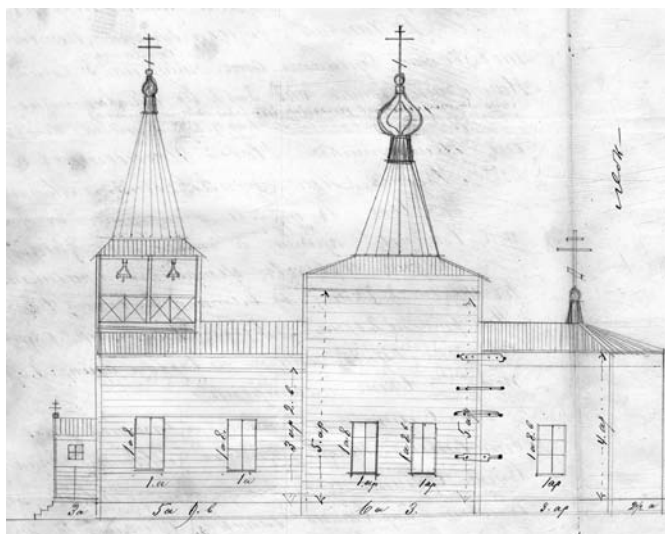


Рис. 9. Чертёж часовни во имя явления иконы Тихвинской Божией Матери с предполагаемым к постройке алтарём (1887). Деревня Солозеро (источник: ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 890. Л. 18 об.)

украшения Ея сребропозлаченного ризою»⁵³. Исторический рисунок «древней» часовни очень ценен для нас, так как он даёт представление об архитектуре традиционных часовен Поморья, сведений о которых сохранилось крайне мало.

Церковь была освящена священником Андреем Ивановым 25 июня 1890 года⁵⁴ и приписана к Кяндскому приходу. Согласно Акту осмотра 1890 года, церковь была заново обшита досками, окрашена белилами, шатры на храме и колокольне покрыты медянкой, кресты на храме и колокольне – белилами⁵⁵. После строительства церкви влияние старообрядчества снизилось: «древняя Солозеро находится в глухом лесу за 35 вёрст от ближайшей к ним Церкви Кяндской. Жители этой деревни весьма редко имеют возможность посещать приходской храм, а младенцы их должны оставаться без причащения св. Христовых таин до лета. Еще в недавнем прошлом /в 90х годах/ деревня Солозеро служила притоком пришельцев расколоучителей и большинство жителей Солозера придерживались раскола. С построением же Церкви в Солозере в 1891 году раскол заметно ослабел»⁵⁶.

Через десять лет, 23 апреля 1900 года, церковь во имя явления иконы Тихвинской Божией Матери сгорела: «пожар начался под самую крышею между наружною стеною и обшивкою»⁵⁷. Имущество церкви было спасено и хранилось в амбаре: «главную святыню и ценность сгоревшаго храма составляла Икона Божией Матери Тихвинская, почитаемая в окрестностях за явленную и Чудотворную. Икона сим также хранится ныне в амбаре»⁵⁸. Первоначальный замысел благочинного Андрея Иванова заключался в постройке небольшой часовни размером 2×3 саж. на месте сгоревшей, чтобы впоследствии обратить её в алтарь или трапезную полноценной церкви⁵⁹. Сами крестьяне хотели построить храм по проекту церкви во имя Вознесения Господня (1892) деревни Глинники (Задвинской) Вознесенского прихода Архангельского уезда⁶⁰. Из архивного дела узнаём, что это была тёплая однопрестольная одноглавая церковь с папертью в одной связи с колокольней, построенная на средства Архангельского

⁵⁰ Дело об обращении в церковь часовни находящейся в Солозерской деревне Кяндского прихода Онежского уезда, 1887–1991 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 890. Л. 3–3 об.

⁵¹ Дело о появлении в д. Солозере Кяндского прихода Онежского уезда расколоучителя, 1885–1887 // ГААО. Ф. 29. Оп. 1. Т. 2. Д. 2091.

⁵² Там же. Л. 1–1 об., 10.

⁵³ Дело об обращении в церковь часовни, находящейся в Солозерской деревне Кяндского прихода Онежского уезда, 1887–1991 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 890. Л. 38.

⁵⁴ Там же. Л. 46.

⁵⁵ Там же. Л. 42–42 об.

⁵⁶ Дело о постройке часовни, вместо сгоревшей церкви, в деревне Солозере Кяндского прихода Онежского уезда, 1900–1903 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1555. Л. 3 об.

⁵⁷ Дело об обращении в церковь часовни, находящейся в Солозерской деревне Кяндского прихода Онежского уезда, 1887–1991 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 890. Л. 1.

⁵⁸ Там же. Л. 1 об.

⁵⁹ Там же. Л. 2, 4–5.

⁶⁰ Там же. Л. 6.

купца второй гильдии Власа Степанова Кочнева⁶¹. Кресты на церкви и колокольне обиты белым листовым железом; главки, шейки, крыша церкви, колокольни и крыльца – черным листовым железом; глава на церкви выкрашена медянкой, а шея чернедью⁶². Интересный факт, что в деревне Глиннике были сильны старообрядческие традиции: в деревне официально числилось раскольников 29 человек⁶³.

Для постройки новой церкви во имя явления иконы Тихвинской Божией Матери в деревне Солозеро был найден благотворитель – Санкт-Петербургский купец второй гильдии Петр Иванович Кудрявцев, после чего, в марте 1901 года, Архангельская духовная консистория одобрила постройку церкви «по проекту разноволоцкой церкви, приписной к Кольскому собору на средства благотворителя»⁶⁴. Эта церковь во имя Алексия человека Божия (1895) предназначалась для лопарей-оленевонов (рис. 10)⁶⁵.

Возможно, строительство церкви по плану именно разноволоцкой церкви было пожеланием П.И. Кудрявцева. Обращает на себя внимание тот факт, что строительство церкви в деревне Глиннике обошлось в 2500 руб., в то время как в Разноволоцком погосте всего в 400 руб. (по смете). Случай постройки церкви по утверждённому проекту другой церкви не был исключением. Например, в 1843 году Архангельская духовная консистория рассматривала вопрос о возможности использования утверждённого Святейшим Правительствующим Синодом плана церкви соседнего села Тамицы для перестройки по нему часовни из Белоцельской деревни Мезенского уезда в церковь, хотя и утверждала, что «общее разрешение на построение подобных Церквей по другим местам Архангельской Епархии неудобно, и потому поставило в обязанность испрашивать таковое, в случае надобности, особыми для каждой представлением»⁶⁶. 19 августа 1901 года новая церковь была освящена А. Ивановым⁶⁷.

Поскольку «для прославления» чудотворной иконы в храмовый праздник (26 июня) приходили жители Ненокского,

Унского и Лудского посадов Архангельского уезда, а также Нижнеозерского, Кяндского, Тамицкого, Покровского, Вонгудского приходов Онежского уезда и города Онеги, приносящие «немалую пользу как Церкви Божией, так и облагораживанию местных жителей деревни Солозера», то для их размещения, а также размещения местного причта, требовалось построить дом, на что протоирей Исия Иоаннович выделил 1000 руб⁶⁸. В марте 1902 года «дом-гостиница при церкви» была срублена, производилась внутренняя отделка⁶⁹. Акт осмотра 25 июня 1903 года: «дом устроен на северном берегу озера Солозера в 20 сажнях от Церкви и занимает площадь 6 сажень длины, 8 саж. ширины и 2 сажени высоты до основания крыши; дом разделён на две половины поперечным коидором шириною в 1 сажень», имелось 12 окон, крыльцо располагалось с южной стороны, в половине здания, обращённой к церкви (на западе), была поставлена голландская печь, на восточной половине – русская печь⁷⁰.

Жители села Кянда вспоминают, что жители Солозера оставались старообрядцами и в XX веке: «Староверы были в Солозеро. Они 40 км пешком ходили на праздники сюда. У нас была Троица, Петров день, а там – Ильин день. Это у каждого своё»⁷¹.

Таким образом, поморское село Кянда и деревня Солозеро, исторически связанные между собой, представляют два разных примера пространственной организации традиционного поселения. Первое – сложное и развитое, второе – предельно простое. Таким образом, они иллюстрируют эволюцию пространственной структуры традиционного северорусского поселения.

Несмотря на разницу, в организации этих поселений улавливаются общие принципы. Один – это ориентация на юг, нацеленная на всевозможное улавливание тепла, скупого северного солнца и образующая максимально комфортную среду для жизни. Другой – ориентация на храм, который виден из каждого дома. Эти два ориентира – земной и небесный – глубоко символичны. По сути, ими пронизана вся жизнь.

⁶¹ ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1136. Л. 26–26об. Дело о постройке церкви в Задвинской деревне Вознесенского прихода Архангельского уезда, 1891–1892.

⁶² Там же. Л. 26 об.–27об.; 99–101.

⁶³ ГААО. Ф. 29. Оп. 31. Д. 547. Л. 2 об.–3 об. Ведомость о перешедших из православия в раскол по Вознесенскому приходу Архангельского уезда, 1844.

⁶⁴ ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1555. Л. 18–18 об. Дело о постройке часовни, вместо сгоревшей церкви, в деревне Солозере, Кяндского прихода Онежского уезда, 1900–1903.

⁶⁵ ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1205. Л. 1; 46. Дело о постройке церкви в Разноволоцком погосте Котельского уезда, приписной к Кольскому собору, 1892–1895.

⁶⁶ Дело о построении новой деревянной Церкви во имя Святого Николая в деревне Остахинской Паденской волости Шенкурского уезда, 1845–1852 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 197. Л. 7.

⁶⁷ Дело о постройке часовни, вместо сгоревшей церкви, в деревне Солозере, Кяндского прихода Онежского уезда, 1900–1903 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1555. Л. 31.

⁶⁸ Там же. Л. 34.

⁶⁹ Там же. Л. 34.

⁷⁰ Дело о постройке часовни, вместо сгоревшей церкви, в деревне Солозере, Кяндского прихода Онежского уезда, 1900–1903 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1555. Л. 43.

⁷¹ Полевые этнографические материалы Т.В. Жигальцовой, село Кянда, июнь 2023 года.

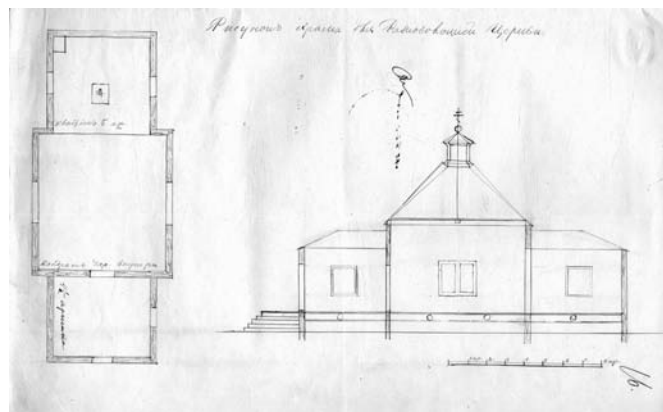


Рис. 10. План разноволоцкой церкви (источник: Дело о постройке церкви в Разноволоцком погосте Кольского уезда, приписной к Кольскому собору, 1892–1895 // ГААО. Ф. 29. Оп. 4. Т. 3. Д. 1205. Л. 16)

Северорусские поселения, как соединение рукотворного и природного прекрасны и удивительно разумно организованы. Но эта красота и органичность исчезает, и сегодня от былого величия остаётся немного. Старинные дома ветшают и разрушаются, от множества храмов сохранились лишь единицы, культурный ландшафт деградирует. Радикально изменился образ жизни, состав и количество населения, условия хозяйствования, исчезло традиционное использование земли, и это уже, понятно, необратимо. Сейчас для поддержания привлекательности северорусских исторических поселений и поддержания в них жизни самое важное – это консервация сохранившейся исторической среды и, где возможно, её выявление и воссоздание.

Список источников

1. Бодэ, А.Б. Деревянное храмостроительство нижнего Поонежья XIX – начала XX века / А.Б. Бодэ, Е.В. Ходаковский. – DOI 10.22337/2077-9038-2020-2-31-39. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2020. – № 2. – С. 31–39.

2. Сотная с каргополских книг писма Никиты Григоревича Яхонтова с товарищи № 19. Лета 7070-го / Текст : непосредственный // Северный археографический сборник : Вып. 2. Северные писцовые книги, сотницы и платежницы XVI в. / Под ред. П.А. Колесника и др. – Вологда : Областная типография, 1972. – 484 с.

3. Краткое историческое описание приходов и церквей Архангельской Епархии : Вып. 3. Уезды Онежский, Кемский и Кольский. – Архангельск : Типография наследников Д. Горяйнова, 1896. – 267 с. – Текст : непосредственный.

4. Орфинский, В.П. Традиционный карельский дом: монография / В.П. Орфинский, И.Е. Гришина. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2009. — 480 с. – Текст : непосредственный.

5. Ушаков, Ю.С. Ансамбль в народном зодчестве Русского Севера: пространственная организация, композиционные приёмы, восприятие / Ю.С. Ушаков. – Ленинград : Стройиздат. Ленингр. отделение, 1982. – 168 с. – Текст : непосредственный.

6. Бернштам, Т.А. Народная культура Поморья / Т.А. Бернштам. – Москва : ОГИ, 2009. – 432 с. – Текст : непосредственный.

7. Иеромонах Агафангел (Будишин) Православные часовни, сооружённые в честь царских особ на территории Беларуси в XIX в.: формирование традиции / А.Р. Будишин. – Текст : непосредственный // Труды Минской духовной академии: философия, этика, религиоведение. – 2019. – № 16. – С. 113–132.

8. Бодэ, А.Б. Никольская деревянная церковь в деревне Унежме. Новые исследования / А.Б. Бодэ, И.В. Воеводин, З.А. Тодорова // Архитектурное наследство. – 2022. – № 77. – С. 104–114.

9. Ходаковский, Е.В. Архитектурный ансамбль в Нижнемозере / Е.В. Ходаковский, Ю.А. Щеглова. – Текст : непо-

средственный // Деревянное зодчество: новые материалы и открытия : Сборник научных статей. – Санкт-Петербург : Коло, 2022. – С. 7–106.

10. Жигальцова, Т.В. Село Ворзогоры: пространственная организация и памятники культового деревянного зодчества / Т.В. Жигальцова. – DOI: 10.25136/2409-8744.2018.4.27006. – Текст : непосредственный // Человек и культура. – 2018. – № 4. – С. 57–66.

11. Бодэ, А.Б. Никольская церковь в поморском селе Малошуйка – древнейший шатровый храм типа «восьмерик на четверике». История и архитектура / А.Б. Бодэ, Т.В. Жигальцова. – DOI 10.22227/1997-0935.2021.12.1549-1558. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16, Вып. 12. – С. 1549–1558.

12. Ходаковский, Е.В. Никольская церковь в селе Пурнема и деревянная храмовая архитектура Беломорья XVII–XVIII веков / Е.В. Ходаковский, Н.Н. Курина. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследство. – Москва : КРАСАНД, 2011. – Вып. 55. – С. 61–68.

Referense

1. Bode A.B., Khodakovskii E.V. Derevyannoe khramostroitel`stvo nizhnego Poonezh`ya XIX – nachala XX veka [Wooden Church Building of the Lower Poonezhye of the XIX – Early XX Century]. In: *Akademia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2020, no. 2, pp. 31–39. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. Sotnaia s kargopolskikh knig pisma Nikity Grigorevicha Yakhontova s tovarishchi. Leta 7070-go. In: Kolesnik P.A. (ed.): *Severnyi arkhograficheskii sbornik [Northern Archaeographic Collection]*, Iss. 2: *Severnye pistsovye knigi, sotnitsy i platezhnitsy XVI v. [Northern scribe books, centurions and payers of the 16th century]*. Vologda, Regional printing house, 1972, 484 p. (In Russ.)

3. Kratkoe istoricheskoe opisanie prikhodov i tserkvei Arkhangel'skoi Eparkhii [A Brief Historical Description of the Parishes and Churches of the Arkhangel'sk Diocese.], Iss. 3: *Uezdy Onezhskii, Kemskaia i Kolskaia [Counties Onega, Kemskaia and Kola]*. Arkhangel'sk, Typolitography of the heirs of D. Goryainov, 1896, 267 p. (In Russ.)

4. Orfinskii V.P., Grishina I.E. Tradicionnyj karel'skii dom: monografiya [Traditional Karelian House], monograph. Petrozavodsk, PetrGU publ., 2009, 480 p. (In Russ.)

5. Ushakov Yu. S. Ansabl` v narodnom zodchestve russkogo Severa [Ensemble in the Folk Architecture of the Russian North]. Leningrad, Strojizdat Leningrad department Publ., 1982, 168 p. (In Russ.)

6. Bernshtam, T.A. Narodnaia kul'tura Pomor'ia [Folk Culture of Pomorye]. Moscow, OGI Publ., 2009, 432 p. (In Russ.)

7. Hieromonk Agafangel (Budishin A.R.) Pravoslavnye chasovni sooruzhennye v chest tsarskikh osob na territorii Belarusi v XIX v.: formirovanie traditsii [Orthodox Chapels Built in Honor of Royal Persons on the Territory of Belarus in

the XIX Century: the Formation of Tradition]. In: *Trudy Minskoi dukhovnoi akademii: filosofiia, etika, religiovedenie* [Proceedings of the Minsk Theological Academy: Philosophy, Ethics, Religious Studies], 2019, no. 16, pp. 113–132. (In Russ.)

8. Bode A.B., Voevodin I.V., Todorova Z.A. Nikolskaia dereviannaia tserkov v derevne Unezhme Novye issledovaniia [New Study on the Wooden Church of St. Nicholas in the Village of Unezhma]. In: *Arkhitekturnoe nasledstvo* [Architectural Heritage], 2022, no. 77, pp. 104–114. (In Russ., abstr. in Engl.)

9. Khodakovskii E.V., Shcheglova Yu.A. Arkhitekturnyi ansambl v Nizhnozere [Architectural Ensemble in Nizhnezzero]. In: *Dereviannoe zodchestvo: novye materialy i otkrytiia* [Wooden Architecture: New Materials and Discoveries], Collection of scientific articles. St. Petersburg, Kolo Publ., 2022, pp. 75–106. (In Russ.)

10. Zhigaltsova T.V. Selo Vorzogory: prostranstvennaia organizatsiia i pamiatniki kultovogo dereviannogo zodchestva

[The Village of Vorzogory: Spatial Organization and Monuments of Cult Wooden Architecture]. In: *Chelovek i kultura* [Man and Culture], 2018, no. 4, pp. 57–66. (In Russ.)

11. Bode A.B., Zhigaltsova T.V. Nikolskaia tserkov v pomorskom sele Maloshuika drevneishii shatrovyi khram tipa vosmerik na chetverike. Istorii i arkhitektura [Saint Nicholas Church in the Pomor Settlement of Maloshuyka – the Oldest Tent Roof Temple of the Octagon-On-Quadrangle Type. History and Architecture]. In: *Vestnik MGSU*, 2021, no. 16 (12), pp. 1549–1558, DOI: 10.22227/1997-0935.2021.12.1549-1558 (In Russ., abstr. in Engl.)

12. Khodakovskii E.V., Kurina N.N. Nikolskaia tserkov v sele Purnema i dereviannaia khramovaia arkhitektura Belomoria XVII–XVIII vekov [St. Nicholas' Church in the Village Purnema and 17th–18th-century Wooden Church Architecture of the White Sea region]. In: *Arkhitekturnoe nasledstvo* [Architectural Heritage], 2011, Iss. 55, pp. 61–68. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 37–42.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 37–42.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72:721
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-37-42

Неизвестный план Тамбова 1780 года (архивные открытия)

Грязнова Надежда Владимировна (Москва). Кандидат архитектуры. Российская академия архитектуры и строительных наук (Россия, 127025 Москва, ул. Новый Арбат, 19. РААСН). Эл. почта: n.gryaznova@inbox.ru

Аннотация. В статье сравниваются два градостроительных проекта – подтвержденный план Тамбова 1781 года, выполненный Комиссией строений, и неизвестный ранее план Тамбова, выполненный в 1780 году Юрием Соймоновым. Рассматриваются планировочные идеи каждого из них, анализируются композиционные и художественные качества, приёмы подачи проектов. Отдельно отмечается реакция планов на существующую в реальности ситуацию и отражение разных проектных подходов в представленных чертежах. Автор выдвигает предположения о причинах выбора, сделанного в пользу одного из проектов, и делает обоснованные выводы о процессе градостроительного проектирования конца XVIII века. В научный оборот впервые вводятся неизвестные ранее архивные документы.

Ключевые слова: классицизм, градостроительство, подтвержденный план, планировочная структура, Тамбов, конец XVIII века

Финансирование. Исследование выполнено за счёт средств Государственной программы фундаментальных научных исследований Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) в рамках Плана фундаментальных научных исследований РААСН и Минстроя России на 2023 год, тема 1.1.6.1 «Архитектурная модернизация среды жизнедеятельности: история и теория».

Для цитирования. Грязнова Н.В. Неизвестный план Тамбова 1780 года (архивные открытия) // Academia. Architecture and Construction. – 2023. – № 4. – С. 37–42. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-37-42.

Unknown Plan of Tambov in 1780 (Archival Discoveries)

Gryaznova Nadezhda V. (Moscow). Candidate of Science in Architecture. Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (Russia, 127025 Moscow, Novy Arbat str., 19. RAACS). E-mail: n.gryaznova@inbox.ru

Annotation. The article compares two urban planning projects – the confirmed Tambov plan of 1781, executed by the Commission of Buildings and the previously unknown Tambov plan, executed in 1780 by Yuri Soymonov. The planning ideas of each of them are considered, compositional and artistic qualities, methods of project submission are analyzed. Separately, the reaction of the plans to the existing situation in reality and the reflection of different design approaches in the presented drawings are noted. The author makes assumptions about the reasons for the choice made in favor of one of the projects, and draws reasonable conclusions about the process of urban planning design of the late XVIII century. Previously unknown archival documents are being introduced into scientific circulation for the first time.

Keywords: classicism, urban planning, confirmed plan, planning structure, Tambov, the end of the XVIII century.

Funding. The research was carried out with the funds of the state program of the Russian Federation "Scientific and Technological Development of the Russian Federation" for 2021–2030 within the Plan of Fundamental Scientific Research of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences and the Ministry of Construction of Russia for 2023, topic No. 1.1.6.1 "Architectural modernization of the living environment: history and theory".

For citation. Gryaznova N.V. Unknown Plan of Tambov in 1780 (Archival Discoveries). In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 37–42, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-37-42.

В конце 60-х годов XVIII века, проезжая через Тамбов, А.Т. Болотов оставил о нём следующие воспоминания: «Город Тамбов... показался нам нарочито изрядным, ... хотя и имел одну только тогда длинную улицу, но церковей было в нём несколько, а лучшее здание составил дом архиерейский, построенный на самом берегу реки Цны довольно великолепно и замысловато» [1]. К 1779 году – моменту назначения Тамбова губернским центром – город не имел ни торгового, ни промышленного значения, его население составляло 4678 душ мужского пола, преобладали здесь однодворцы, по сути дела крестьяне (2445 душ мужского пола), затем по численности шли мещане (610 душ мужского пола), затем – ямщики (559 душ мужского пола). По числу купечества Тамбов занимал между городами губернии седьмое место. В городе было 1896 казённых и частных строений (большинство были деревянными), 13 церковей, две суконные фабрики и одна мельница [2]. В короткий срок этому поселению недавно имевшему «одну только длинную улицу» предстояло стать сосредоточием провинциальной общественной жизни и визуальным доказательством процветания российского государства.

9 декабря 1781 года «Её императорское Величество соизволила подтвердить план губернскому городу Тамбову» [3, с. 343], разработанный в Комиссии строений. План был выполнен в духе новой градостроительной эстетики, с позиций которой весь живописно-иррегулярный строй древней застройки воспринимался текучим, нестабильным, требующим упорядочения на основе законов гармонии простых геометрических форм. В его рисунке были сохранены некоторые признаки, едва уловимые черты старого города, но хаотичная, чувственно-живая ткань рядовой застройки была заменена геометрическим образом регулярного порядка.

Расположенный при слиянии двух рек – Цны и Студенца – старый город живописно вытягивался пальцеобразными отростками вдоль их берегов (рис. 1). Стремясь к компактности и цельной форме, регулярный город безжалостно «ампутировал» всё лишнее, или, вернее, собрал их в единый «кулак». Поэтому за пределами города осталась теперь Полковая слобода, и, возможно, под её переселение были предназначены территории значительно увеличенной южной части. Город должен был несколько переместиться в пространстве (рис. 2).

Направление улиц южной части города сохранило дорегулярный характер, получив более правильные геометрические черты. Продольные улицы подчинялись движению реки Цны, а поперечные, будучи им перпендикулярны, всегда выходили к реке. Река оставалась главной темой в композиции рисунка плана. Частой сменой её поворота обуславливалась пространственная игра градостроительной структуры, вносявшая в сухую прямоугольную сетку улиц некоторое разнообразие.

В северной части города Полковая и Пушкарская слободы, утратив свою планировочную самобытность, полностью подчинились планировочной структуре юга, что лишило новый план своеобразной живописности, но придало ему композиционную целостность. Планировочное однообразие

нарушалось здесь диагонально направленной Московской (позднее – Козловской) улицей. Разрезая прямоугольную сеть кварталов, эта диагональ соединяла городской центр с дорогой на Москву, и, судя по количеству нанизанных на неё новых площадей, должна была играть роль одной из главных градостроительных осей. Так в планировочной структуре города пространственно закреплялись общегосударственные политические и духовные связи Тамбова со старой столицей.

Диссонируя с прямоугольными кварталами северной части, диагональ Московской улицы в общем плане города сложилась в трёхлучие с улицами Широкой (позднее Дворянской) и Стрелецкой, которую обратной диагональю намечалось провести под активным углом от Цны до Обводного

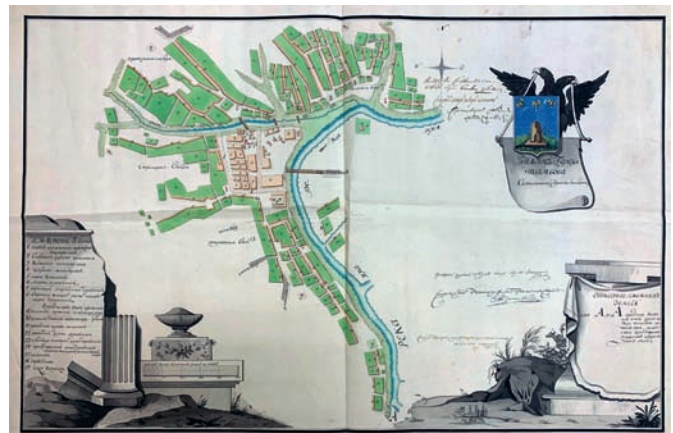


Рис. 1. Дорегулярный план Тамбова (источник: План города Тамбова с посёлёнными при нем слободами // РГАДА Ф. 1356. Губернские карты, уездные планы, карты, атласы и планы городов. Оп. 1. Д. 5831 б/д.)



Рис. 2. Конфирмованный план Тамбова 1781 год [источник: Полное собрание законов Российской империи : Собрание 1-е. С 1649 по 12 декабря 1825 г. – Санкт-Петербург : Тип. 2-го Отд-ния Собств. Е.И.В. канцелярии, 1830. Книга чертежей и рисунков : (планы городов). – 1839. – [3], IV с. – 416 л. (<http://elibrary.ru/nodes/229#mode/inspect/page/344/zoom/6>)]

рва. Предложенный приём обеспечивал разворот южной части Тамбова относительно реки и формировал единую геометрическую композицию подтвержденного плана. На-

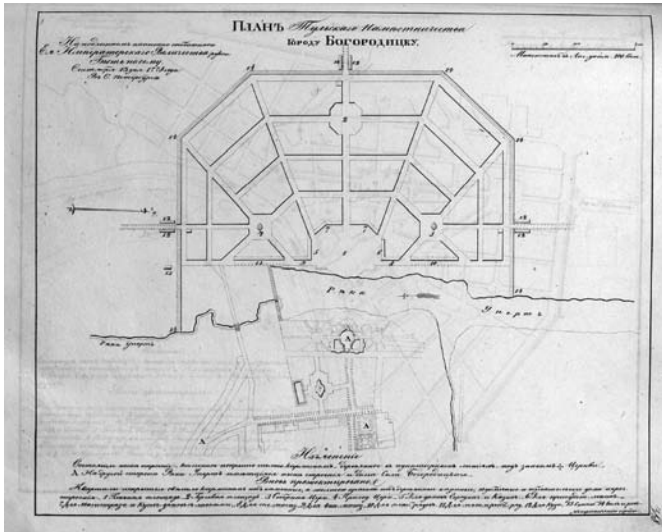


Рис. 3. Конфирмованный план города Богородицка Тульской губернии. 1778 год [источник: Полное собрание законов Российской империи : Собрание 1-е. С 1649 по 12 декабря 1825 г. – Санкт-Петербург : Тип. 2-го Отд-ния Собств. Е.И.В. канцелярии, 1830. Книга чертежей и рисунков : (планы городов). – 1839. – [3], IV с. – 416 л. (<http://elibr.shpl.ru/nodes/229#mode/inspect/page/344/zoom/6>)]



Рис. 4. Тамбовская губерния. План города Тамбова. Конец XVIII века. 1780 год. Публикуется впервые (источник: РГИА Ф. 1293, Оп. 168. Тамбовская губ. Д. 2.)

личие трёхлучия (приём достаточно распространённый в проектах Комиссии строений) не могло не породить местную мифологию о петербургском подобии тамбовского плана. Но в тамбовском варианте точка схода трёх осей оставалась за пределами города, на противоположном берегу реки Цны. Такой композиционный приём правильнее было бы считать близким к градостроительной идее плана Богородицка, и только отсутствие общего композиционного ориентира, каким был в Богородицке дворец графа Бобринского, упрощало в тамбовском плане эту пространственную идею (рис. 3).

Хотя, возможно, в данном случае трёхлучие играло другую роль. Отсутствие общего объекта, на котором бы сходились три оси, снижало ценность планировочной идеи для восприятия изнутри, из города, но в месте пересечения лучей проходила дорога из соседней Саратовской губернии, и при подъезде к Тамбову его планировочная структура как бы раскрывалась для восприятия её извне. Каждый луч имел собственный ориентир – Покровская церковь, Казанский монастырь и Преображенский собор, и три вертикальных доминанты, выходя на бровку реки, фиксировали в пространстве смену планировочных направлений. Позднее конфирмованный план был откорректирован. В новом варианте южная диагональ была перенесена на другую улицу и получила более слабый наклон. Форму правильного трёхлучия сохранить не удалось, и композиционная ценность планировочной идеи оказалась значительно снижена.

Стремясь сцентрировать композиционную структуру плана, авторы конфирмованного проекта посчитали возможным перенести функцию продольной градостроительной оси, закрепившуюся исторически за улицей Астраханской, на улицу Долгую. Для подтверждения градостроительной значимости на новую ось было «нанизано» пять площадей, причём четыре из них были запроектированы новым планом. Такой перенос одной из главных планировочных осей города на территорию почти не застроенную, свидетельствовал или о незнании свойств реальной градостроительной структуры Тамбова, или о приоритете художественного начала в деятельности архитекторов Комиссии строений и идеалистической вере в возможности любых перемен. Интересно, что в профессиональном смысле этот перенос был выполнен настолько графически убедительно, что даже авторы много-томной монографии «Русское градостроительное искусство» оказались введены в заблуждение и назвали улицу Долгую «... главной продольной магистралью города» [4, с. 387] хотя она, по сути дела, никогда таковою не была, а в конце XVIII века здесь ещё оставался крепостной ров. При корректировке конфирмованного плана в 1786 году эта ошибка была исправлена, и роль продольной градостроительной оси вновь вернулась на улицу Астраханскую, переходящую в северной части Тамбова в Моршанскую улицу. Её значимость была подкреплена системой площадей, которые были передвинуты на плане с улицы Долгой на реально действующую городскую артерию.

Общий рисунок подтвержденного плана 1781 года с композиционной точкой зрения был выполнен высоко профессионально. Открытые пространства площадей удерживали вокруг себя кварталы городской застройки, причём размер площади зависел от размера территории той городской «ткани», которую охватывала площадь своим композиционным влиянием. Построение плана велось по принципу равновесия масс. Только этим можно объяснить появление в южной и северной частях городской застройки больших массивов площадей, функциональная роль которых оставалась неясной. Именно этому плану предстояло стать основой для градостроительного развития Тамбова на протяжении последующих столетий.

Подтвержденный план 1781 года всегда считался первым проектным планом Тамбова. Казалось, не могло быть иначе, так как с момента объявления Тамбова губернским городом до выхода проекта прошло всего два года. И на основании долгой работы в архивах сформировалась достаточно стройная картина проектирования, перепроектирования и корректировки плана Тамбова, которая в одночасье рухнула, когда в Российском государственном историческом архиве в Петербурге автором статьи был обнаружен первый из известных на сегодня проектный план Тамбова, датированный 1780-м годом, то есть выполненный на год раньше подтвержденного [5] (рис. 4).

В этом плане, ломавшем всю логику тамбовских градостроительных событий, описанных в ранних статьях автора, было много необычного: план был подписан: «Проектировал коллежский советник Юрий Соймонов, чертил уездный землемер Пётр Немцов». Петр Немцов впервые упоминается в Адрес-календаре 1782 года как уездный землемер Липецкого уезда, его роль, безусловно, была технической. Главным автором проекта, конечно же, был Юрий Соймонов. Он был родом из образованнейшей семьи, известной в Петербурге своей патриотической настроенностью. Отец – Федор Иванович Соймонов – первый русский гидрограф, картограф, составитель карты Каспийского моря – в последний год правления Анны

Иоанновны был осужден по делу Волынского за выступление против Бирона и вместе с архитектором Петром Еропкиным приговорен к четвертованию, но избежал смерти, был бит кнутом на площади и сослан в Сибирь. Один из его сыновей – Михаил Федорович, президент Берг-коллегии горного ведомства – был учредителем Горного института и первым его директором. Другой – Юрий Федорович – занимался строительством и гражданской архитектурой, он-то и был автором тамбовского проекта.

Подписанный проектный план города – явление крайне редкое в архитектурной практике последней четверти XVIII века, – как правило, на чертежах указывалась фамилия копииста, реже – землемера, фамилии и должности утверждавших план чиновников (во всяком случае, все последующие планы Тамбова были именно такими). Градостроительное авторство почти всегда оставалось тайной, неразрешимой загадкой, и в данной ситуации подтвержденная документально авторская атрибуция – редкая удача.

Необычным было и то, что планов, подписанных Соймоновым, оказалось два, то есть градостроительное проектирование носило вариантный характер! Различия между планами трудно назвать значительными, но всё-таки они были. Оба чертежа нельзя отнести к эскизам, они полностью оформлены, имеют обозначения и экспликации, украшены виньетками и обозначением севера, только на одном есть название чертежа и проставлен год, а на другом нет. Вычитывая архитектурные замыслы в этих чертежах, можно отметить, что главной целью Юрия Фёдоровича Соймонова было максимально бережное отношение к существующему городу. Это проявилось даже в характере подачи: существующая планировочная структура была выявлена плотно, корпусно, а проектное предложение только линейно в графике, что принципиально отличало его от подтвержденного плана 1781 года, где залитые цветом кварталы нового города задавали хрупкую беспомощность реальности. В проектах Соймонова город практически сохранял свой живописный абрис, улицы трассировались часто по на-



Рис. 5. Тамбовская губерния. План города Тамбова. Конец XVIII века. 1780 год. Фрагмент (источник: [6])

турным направлениям, только теперь они были выпрямлены. Однако желание минимизировать стороннее вмешательство приводило к тому, что улицы часто не сохраняли строгую параллельность между собой и перпендикулярность в пересечениях. Это было несвойственно классицистическим идеалам.

Обдуманность градостроительного плана раскрывается в экспликации к чертежу: кроме основных административных зданий и церквей, на плане обозначены места под застройку каменными и деревянными домами, назначены улицы под заселение дворян, купцов, разночинцев, мещан, ямщиков, «улица для приказных служителей», «улица инвалидной команды», намечено «положение квартала улицы для батальона и штатной команды», «положение однодворческим местам». Места для социальных страт закреплялись пространственно, и понижение статуса закономерно шло из центра на периферию, кварталы ямщиков располагались рядом с торговой площадью. Центральные кварталы были разбиты по усадебному принципу под каменную застройку, то есть модная застройка сплошным фасадом в губернском центре не предполагалась. Внутри кварталов отводились места под сады, на плане эти участки закрашены зелёным. На чертеже была отмечена главная «перспективная» улица (ею была именно Астраханская) и «поперешные улицы до рва», причём названий улиц на плане нет, есть только названия выходящих из города дорог, хотя в экспликации отмечено, что улица Старая отведена под размещение инвалидной команды.

Оба плана Соймонова очень похожи, разница была только в том, что один из них захватывал новой трассировкой всю территорию существовавшего на тот момент города вместе с Полковой (на планах Соймонова отмечена как Сторожевая) слободой [6] (рис. 4), а второй вариант был без неё и обрезаю границы нового города по речке Гаврюшке, так же как в подтвержденном плане 1781 года (рис. 5).

Рациональность и чёткое функциональное решение плана не вызывает сомнений, но почему же подтвержден оказался не он и даже не был взят за основу? Возможно, план Соймо-

нова, стремившийся сохранить традиционную существующую планировку, оказался слишком живописен, ему не была присуща сухость и чёткость классицистической геометрии. Но могли быть и более веские аргументы: во-первых, в нём не было жёсткого градостроительного каркаса с системой улиц и площадей – главного признака классицистического градостроительства, и, во-вторых, он почти повторял контур выстроенного на тот момент города, только незначительно расширяя его территории, то есть потенциал для активного развития губернского центра был исчерпан практически в самом начале. Проект Соймонова оказался слишком близок к реальности, в нём не было ведущих в будущее перспектив. Возможно, поэтому он не был утверждён.

Для нас эта находка неопределима в том смысле, что она показывает градостроительное проектирование конца XVIII века как профессиональный процесс, имеющий разные подходы и опирающийся на варианты предложения. И это происходило в тот момент, когда широкомасштабная перепланировка российских городов стала предметом государственной политики и приобрела форму и размах государственного заказа. Объём работ Комиссии строений был невероятен: только в 1778 году ею были выполнены и высочайше подтверждены планы 44 городов, в 1784 году – 70-ти городов [7, с. 139] и т.д. Но и в такое время в градостроительном проектировании оставалось место для творческого поиска.

В отличие от соймоновского плана подтвержденный план 1781 года, частично откорректированный в 1786 году, имел огромный внутренний пространственный резерв, поэтому реализация его растянулась на целое столетие. Только к концу XIX века реальный город достиг проектной величины. За это время несколько раз успели поменяться архитектурные вкусы и стили. Зданий эпохи классицизма здесь сохранилось крайне мало, и на градостроительную основу регулярного плана была привита замысловатая архитектура эклектики и модерна. Но даже тогда классицистический план продолжал влиять на городскую среду. Масштабом его кварталов определялся

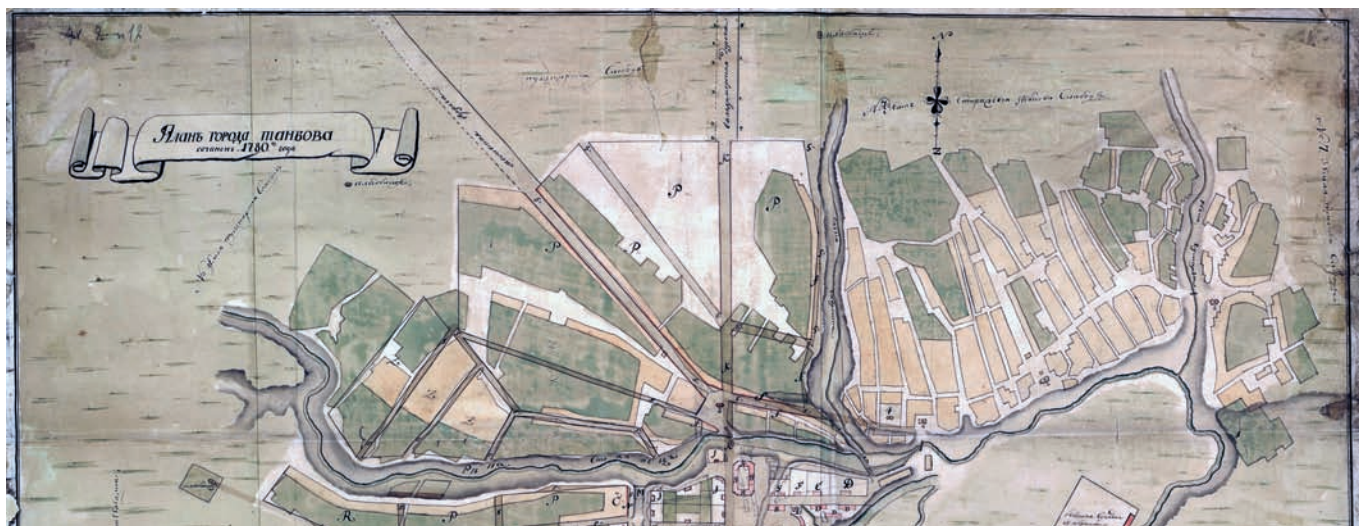


Рис. 6. Тамбовская губерния. План города Тамбова. Конец XVIII века. 1780 год. Фрагмент (источник: [5])

масштаб городской застройки, его планировочные оси и узлы намечали места строительства значимых в градостроительном отношении зданий. Это помогло городу оставаться единым целостным организмом, потому что в основе пространственной гармонии Тамбова конца XIX – начала XX века лежала классицистическая гармония и регулярный порядок подтвержденного екатерининского плана.

Список источников

1. Болотов А.Т. Жизнь и приключения Андрея Болотова, описанная самим им для своих потомков 1738–1793 : В 4-х томах : Том 2 / А.Т. Болотов. – Санкт-Петербург : Печатня В. Головина, 1871. – Столб. 565. – Текст : непосредственный.
2. Табель или экстракт из сочинённого Тамбовского наместничества топографического описания : Рукопись, 1787 / ОР РБН. – Текст : непосредственный.
3. Закон № 15294 / Текст : непосредственный // Полное собрание законов Российской Империи : Первое собрание : В 45 томах : Том XXI. – Санкт-Петербург : Типография Собственной Его Императорского Величества Канцелярии, 1830.
4. Москва и сложившиеся русские города XVIII – первой половины XIX веков / под общ. ред. Н. Ф. Гуляницкого. – Москва : Стройиздат, 1998. – 438 с. – ISBN 5-274-01505-0. – Текст : непосредственный.
5. РГИА Ф. 1293, Оп. 168. Тамбовская губ. Д. 2. Тамбовская губерния. План города Тамбова. Конец XVIII века. 1780 г.
6. РГИА Ф. 1293, Оп. 168. Тамбовская губ., Д. 3. Тамбовская губерния. План города Тамбова. Конец XVIII века. 1780 г.
7. Саваренская, Т.Ф. История градостроительного искусства. Поздний феодализм и капитализм : Учебник для архитектурной специальности вузов / Т.Ф. Саваренская, Д.О. Швидковский, Ф.А. Петров. – Москва, 1989. – 390 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Bolotov A.T. Zhizn' i priklyucheniya Andrey a Bolotova, opisannaya samim im dlya svoikh potomkov 1738–1793 [The Life and Adventures of Andrei Bolotov, Described by Himself for His Descendants 1738–1793], in 4 volumes, Vol. 2. St. Petersburg, Printed by V. Golovin, 1871, column 565. (In Russ.)
2. Tabel' ili ekstrakt iz sochinennogo Tambovskago namestnichestva topograficheskogo opisaniya [Report Card or Extract from the Topographical Description Composed by the Tambov Governorship], Manuscript, 1787. Department of Ancient Manuscripts of the Russian National Library. (In Russ.)
3. Zakon № 15294 [Law No. 15294]. In: Polnoe sobranie zakonov Rossiiskoi Imperii : Pervoe sobranie [Complete Collection of Laws of the Russian Empire: First collection], in 45 volumes, Vol. XXI. St. Petersburg, Tipografiya Sobstvennoi Ego Imperatorskogo Velichestva Kantselyarii [Printing house of His Imperial Majesty's Own Chancellery], 1830. (In Russ.)
4. N.F. Gulyanitskii (gen.ed.). Moskva i slozhivshiesya russkie goroda XVIII – pervoi poloviny XIX vekov [Moscow and Established Russian Cities of the XVIII – First Half of the XIX Centuries]. Moscow, Stroizdat Publ., 1998, 438 p., ISBN 5-274-01505-0. (In Russ.)
5. RGIA F.1293, Op. 168 Tambov province. D. 2. Tambov province. Plan of the city of Tambov. End of the 18th century. 1780
6. RGIA F.1293, Op. 168 Tambov province. D. 3. Tambov province. Plan of the city of Tambov. End of the 18th century. 1780
7. Savarenskaya T.F., Shvidkovskii D.O., Petrov F.A. Istoriya gradostroitel'nogo iskusstva. Pozdnii feodalizm i kapitalizm [History of Urban Art. Late Feudalism and Capitalism], a textbook for architectural specialties of universities. Moscow, Stroizdat Publ., 1989, 390 p.

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 43–50.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 43–50.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 725
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-43-50

История развития хосписов, расположенных в границах городов

Клочко Асмик Рубеновна (Москва). Кандидат архитектуры, доцент. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: KlochkoAR@mgsu.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается история становления первых хосписов, изначально служивших пристанищем для паломников и располагавшихся в границах населённых пунктов и вдоль дорог, по которым проходили основные паломнические маршруты. Рассматриваются вопросы трансформации в течение столетий основной функции хосписов, а также современные тенденции в области архитектуры хосписов в границах городов. Анализируются основные формы их архитектурной организации и общие планировочные черты. Рассматривается состояние отечественного хосписного движения и выявляется необходимость внедрения хосписной помощи в структуру городов Российской Федерации и их стандартизации.

Ключевые слова: архитектура хосписов, архитектура паллиативных центров, гуманная архитектурная среда, доступная среда

Финансирование. Статья написана в рамках проекта № 23 «Границы города в разнообразии типологии, архитектурных образах и смыслах. Исторические преобразования и новые предложения» в рамках фундаментальных и прикладных научных исследований (НИР/НИОКР) научными коллективами НИУ МГСУ (Приказ от 23.03.2023 г. № 258/130).

Для цитирования. Клочко А.Р. История архитектуры хосписов расположенных в границах городов // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 43–50. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-43-50.

The History of Development of Hospices Located within the Boundaries of Cities

Klochko Asmik R. (Moscow). Candidate of Sciences in Architecture, Docent. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russia. NRU MGSU). E-mail: KlochkoAR@mgsu.ru

Abstract. This article discusses the history of the first hospices, which originally served as a shelter for pilgrims and were located within the boundaries of settlements and along the roads along the main pilgrimage routes. We examine the transformation of the main function of hospices over the centuries, as well as current trends in the architecture of hospices within the boundaries of cities. The basic forms of their architectural organization and general planning features are analyzed. The state of russian hospice movement is considered and the necessity of introduction of hospice care into the RF cities structure and their standardization is revealed.

Keywords: architecture of hospice, architecture of palliative centers, humanized architectural environment, accessible environment

Funding. The article was written within the framework of project No. 23 "City Boundaries in the Diversity of Typology, Architectural Images and Meanings. Historical Transformations and New Proposals" within the framework of fundamental and applied scientific research (NIR/NIOKR) by scientific teams of NRU MGSU (order No. 258/130 dated 23.03.2023).

For citation. Klochko A.R. The History of the Architecture of Hospices Located within the Boundaries of Cities. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 43–50, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-43-50.

Для облегчения мучений тяжелобольных и умирающих граждан и возможности для них проживать достойную жизнь до последних минут жизни нужно не только делать упор на развитие медицинской, социальной и гуманитарной сфер, но и на организацию достаточного количества объектов хосписной помощи и качественного архитектурного пространства в них. Это позволит осуществлять самые человеколюбивые побуждения общества, выраженные в ёмком высказывании: «Когда больного нельзя вылечить, это не значит, что ему нельзя помочь».

Из-за значительного увеличения средней продолжительности жизни человека резко возрос процент онкологических заболеваний. Согласно исследованиям фонда «Сотрудничество в борьбе с глобальным бременем онкологических болезней» (Global Burden of Disease Cancer Collaboration) увеличение в 2007–2017 годы на 30% количества онкологических заболеваний поставило смертность от онкологии на второе место в мировой статистике после сердечно-сосудистых заболеваний. Это явилось стимулом для развития хосписного движения в мировой практике.

Хоспис (от лат. «hospes» – гость, «hospitalis» – гостеприимный, дружелюбный к скитальцам) сейчас – это медико-социальное учреждение для оказания помощи в самые тяжёлые этапы онкологического заболевания, а также других смертельных заболеваний с тяжёлым течением. Но не всегда хосписы имели такую функцию, что очевидно по этимологии слова.

В период Античности решение богов, вынесших смертный приговор для человека, никем не оспаривалось, дабы не оскорбить богов, поэтому умирающим организованно и систематизированно никто не помогал. Но с развитием раннего христианства стали зарождаться истоки хосписного движения.

Первые хосписы по оказываемым услугам представляли собой что-то среднее между гостиницами и больницами, служили для остановки, передышки, оздоровления, восстановления ресурсов и сил паломников в Иерусалим ко Гробу Господню – паломничество тогда было не туризмом, а подвигом, полным опасностей. Располагались первые хосписы чаще всего при соборах и монастырях, в границах населённых пунктов и вдоль дорог, по которым проходили основные маршруты христианских паломников (рис. 1).

Во второй половине IV века знатная римская патрицианка и путешественница матрона Фабиола перестроила своё наследственное имение под хоспис для обездоленных, больных и умирающих, где она и её единомышленницы ухаживали за больными. На неё повлияли традиции сирийских христиан исполнять заповеди Христовы – накормить голодного, помочь больному, подать нищему и приютить странника. Для многих забота оказывалась восстановительной, а неизлечимо больные уходили, окружённые теплом и заботой.

С конца XI века количество подобных хосписов возросло многократно усилиями организованных крестоносцев, забываясь о здравии паломников, но в них не отказывали в помощи и другим нуждающимся.

Например, Хоспис святого Готарда, находящийся на перевале Сен-Готард – на маршруте через Альпы, соединяющем северную и южную Швейцарию, являлся пристанищем паломников в течение нескольких столетий, начиная с 1237 года. Изначально он состоял из четырёх комнат на двух этажах. Примерно в 1623 году хоспис был перестроен, увеличен в размерах, а в результате недавней реконструкции хоспис стал просторнее, сохранив исторический фасад здания и обретя новые современные интерьеры (рис. 2).

Бывший хоспис Сан-Фернандо на улице Фуэнкарраль, 78 в Мадриде был построен во время правления Филиппа V (1721–1726) архитектором Педро де Рибера (рис. 3).

Вместе со Средневековьем закончился и период расцвета хосписов гостиничного типа, их строительство возобновилось в XIX веке.

Стимулом возобновления и развития хосписного движения стала воля некоторых людей, обусловленная

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



Рис. 1¹. Основные маршруты христианских паломников, вдоль которых располагались первые хосписы



Рис. 2. Хоспис Святого Готарда (перевал Сен-Готард, Швейцария)



Рис. 3. Хоспис Сан-Фернандо. Мадрид, Испания

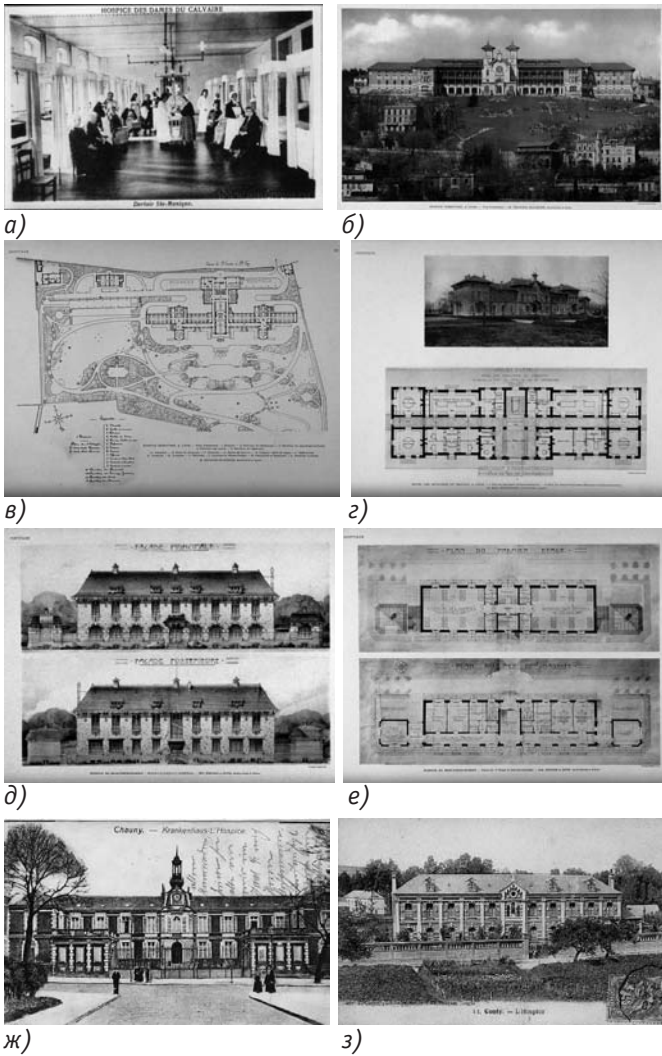


Рис. 4. Архитектурный облик и планировочные решения хосписов XIX – начала XX века: а) интерьер Приюта святой Моники (хоспис «дам Голгофы»), конец XIX века; б, в) архитектурный облик планы хосписа «Дебрусс». Лион, Франция. Архитектор М. Жорж Блашер; г) архитектурный облик и планы гостиницы для инвалидов. Лион, Франция. Архитектор М. Анри Монкорджер; д, е) фасады хосписа де Бри-Конт-Робер. Париж, Франция. Архитекторы Бергер и Бюзэ; ж) архитектурный облик хосписа в Шони. Франция; з) архитектурный облик хосписа «Сент-Антуан-де-Падуэ» в Конти. Франция

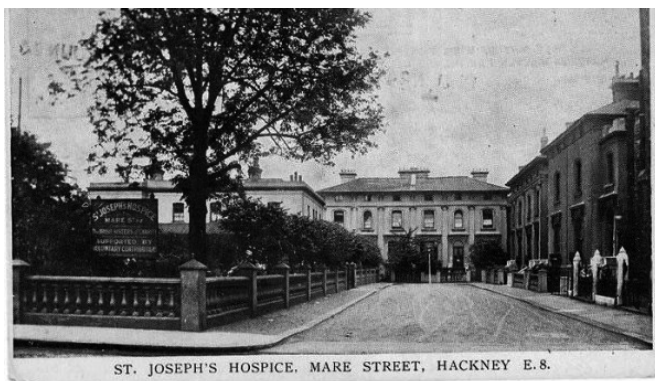


Рис. 5. Хоспис святого Иосифа в Лондоне

исключительно велениями врачебного и человеческого долга.

Воозрождение хосписного движения началось во Франции в 1842 году усилиями Жанны Гарнье, к 24-м годам овдовевшей и потерявшей двоих детей. В память о семье она открыла в своём доме в городе Лионе приют для умирающих женщин, назвав его «Голгофа». Жанна умерла через год после открытия хосписа, но дело продолжили её единомышленницы. Француженка Аурелия Жуссе в 1843 году основала второй приют «Голгофа» в Париже, потом её сподвижницы, назвавшие себя «дамы Голгофы», отправились в другие города сначала Франции (Париж, Шони, Конти, Руан, Марсель, Бордо, Сен-Этьен и др.), потом в другие страны (в Бельгию, Англию, в США и т.д.). Современные принципы хосписной помощи во многом базируются на заповедях «Дам Голгофы» [1].

Архитектурный облик и планировочные решения наиболее известных хосписов того периода представлены на рисунке 4.

В 1885 году Фрэнсис Дэвидсон (родом из состоятельного шотландского семейства) открыла «Дом для умирающих» в Лондоне. Позже совместно с англиканским священником Уильямом Пеннфезером они основали «Дом умиротворения» для бедняков, заражённых туберкулёзом.

Состоятельная Роза Хоторн после смерти ребёнка и подруги стала монахиней доминиканского ордена и основала «Дом святой Розы для неизлечимых больных» в Нижнем Манхеттене, облегчая страдания при онкологии с помощью своих единомышленниц [1].

Независимо от Жанны Гарнье ирландская монахиня Мария Эйкенхед посвятила свою жизнь служению немощным и тяжелобольным вне монастырских стен, мечтая создать приют для умирающих. В 1874 году, после смерти Марии Эйкенхед вдохновлённые её верой и мужеством сёстры милосердия превратили женский монастырь в Дублине в такой приют. Впоследствии были открыты ещё несколько хосписов, в том числе в начале XX века хоспис святого Иосифа в Лондоне (рис. 5). Именно сюда пришла Сесилия Сандерс (1918–2005) – медсестра, соцработник и врач, с именем которой связана новая эпоха в истории развития хосписного движения.

Сесилия Сандерс известна как основательница современного хосписного движения после того, как она инициировала строительство Хосписа святого Кристофера в Сиденхеме, на юго-востоке Лондона для защиты прав умирающих. Можно утверждать, что это был первый в мире хоспис современной модели.

Предпосылками для развития этой новой модели помощи умирающим явился тот факт, что архитектура больниц с XIX века стремилась предложить медицине повышение эффективности, и с учётом растущих социальных и экономических требований к национальным службам здравоохранения приветствовались большие, эффективные структуры. Такие функциональные и эффективные медицинские здания давали больше возможностей медикам диагностировать и класси-

фицировать болезни, но больница всё чаще представляла собой место медицинского исследования, а не частную зону для восстановления пациента. Этот «клинический взгляд» на архитектуру больниц потребовал повышения уровня функциональности, гигиены, инсоляции помещений. Но при этом терялись традиционные представления об отдыхе, комфорте, порой даже достоинстве и статусе пациента. Типовые больничные палаты – унылые, стерильные, бесчеловечные и открытые помещения с расставленными рядами коек, стали стандартной планировкой палат конца XIX века и продолжали оказывать влияние на архитектуру медицинских учреждений в веке XX.

При этом смерть в больнице считалась неудачей медицины, поэтому умирающих пациентов переводили в скрытые помещения или даже в «дома презрения», и, по мере приближения смерти, медицинская бригада удалялась, оставляя умирающего безо всякой медицинской помощи [2].

Согласно материалам по планированию больницы 1950-х годов, в больничной структуре очень мало внимания уделялось предоставлению специальных помещений для умирающих, и, если они были необходимы, их следовало располагать как можно дальше от поста медсестёр и главной палаты, чтобы не беспокоить и не угнетать других пациентов зрелищем умирания человека [3]. Усилия по облегчению умирания вне стен таких мест были продиктованы желанием избежать бесполезных медицинских вмешательств, а также нежеланием находиться в помещениях, в которых они проводятся.

Конфликт между лечением и заботой вышел на первый план в 1950-х годы, когда стал необходим новый социальный и архитектурный отклик в организации помощи безнадежно больным, – и специально построенный хоспис Сесилии Сандерс явился ответом на этот запрос общества.

Именно Сесилия Сандерс дала своему учреждению название «хоспис», и в нём появился новый вид помощи, называемой «паллиативной» (лат. «pallium» – «плащ» или «покрывало»), целью которой является избавление от боли («укрывание») и сохранение привычного качества жизни пациента до самого конца [4]. Эти идеи активно распространились по всему миру. По задумке Сесилии Сандерс, архитектура хосписа должна была быть неким гибридом между больницей и домом. Хоспис святого Кристофера был спроектирован так, чтобы продолжать религиозную традицию заботы и сострадания, одновременно предоставляя помещения для современного медицинского обслуживания и исследований. Это было уникальное здание, в котором были объединены три основных функции – общественная организация, больница и дом.

Примечательно то, что изначально для организации хосписа в составе Национальной службы здравоохранения (Великобритании) Сандерс был предложен участок земли в Денмарк-Хилле поблизости от центра Лондона. Но строительство на Денмарк-Хилле из-за маленькой площади застройки означало бы уменьшение размеров зданий и, соответственно,

количества пациентов, за которыми можно было бы ухаживать в хосписе, а лечебные помещения пришлось бы переместить в подземные этажи (рис. 6). Выбор Сандерс места для хосписа дальше от центра и ближе к границам города обеспечил, во-первых, гибкость в архитектурных решениях, проектировании и строительстве, во-вторых, позволил расширить площади помещений ввиду меньшей стоимости участка. Это было важно для создания мировой философии хосписной помощи, которая развилась из принципов функционирования Больницы святого Кристофера. Возможно, всё сложилось бы по-другому, если бы хоспис был встроен в систему Национальной службы здравоохранения [5] (рис. 7).

Новая модель английского хосписа сочетала домашнюю атмосферу с современным оборудованием и новым отношением к лечению для облегчения боли.

Философия хосписной помощи, которая была основана на принципах, действовавших в больнице святого Кристофера, имела специфическую пространственную основу. В немалой степени это произошло благодаря самой Сандерс, которая очень подробно и с большой точностью разработала проект конечного здания и его палат, вплоть до расположения кроватей.

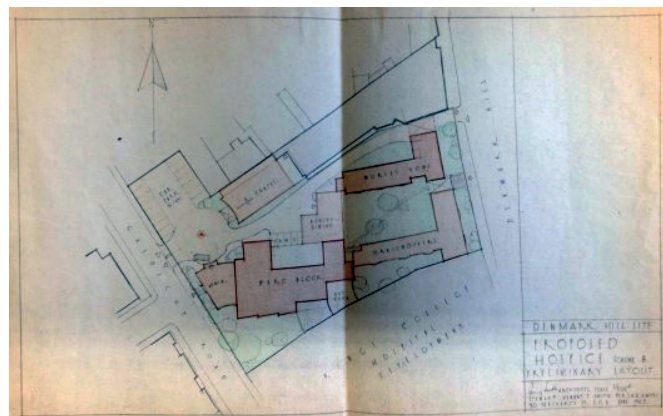


Рис. 6. План участка для предполагаемого хосписа в Денмарк Хилле. 1962 год



Рис. 7. Хоспис святого Кристофера. Район Бромли, Лондон

тей, освещения, планировочных принципов для организации ухода за пациентами, обосновала необходимость создания гибких пространств для поощрения взаимодействия пациентов между собой и уединения. Предусмотренные в этом хосписе ряд принципов повлияли на архитектуру подобных учреждений:

- вместо огромной палаты с тридцатью койко-местами, как было заведено в больничных учреждениях, здесь были организованы три терминальные палаты с шестью и четырьмя койками и три одноместные палаты, чтобы обеспечить уединение для тех, кто находится на последних стадиях умирания (рис. 8 а);

- комната дневного пребывания, необходимая для общения пациентов, по дизайну была по-домашнему уютной, с камином;

- вдоль коридоров были встроены удобные шкафы;
- параметры ваннных комнат были увеличены;



а) *Рис. 8. Хоспис святого Кристофера: а) интерьер палаты на четыре кровати; б) консольное дневное пространство*



Рис. 9. Архитектурный облик хосписа «Лахта». Санкт-Петербург



Рис. 10. Архитектурный облик Первого хосписа. Москва

- в каждом конце палаты с целью соблюдения гигиены пациентов был организован шлюз для удаления отходов;

- сестринский пункт предусматривал хороший обзор на всех пациентов, что противоречило обычной практике в больницах, когда умирающих отводили в скрытые уголки;

- практические потребности диктовали использование флуоресцентного освещения в основных помещениях, но внимание уделялось созданию более уютной атмосферы. Поэтому у изголовий кроватей, в часовой и вестибюле были предусмотрены вольфрамовые лампы, которые давали более тёплый свет;

- помещения для пациентов были заполнены естественным светом благодаря использованию консольного пространства – балкона – по всей длине здания. Для уединения от балкона можно было отгородиться занавесками (рис. 8 б).

Сесилия Сандерс считала, что архитектура здания может очень помочь в реализации философии хосписа: минимизировать усталость персонала и улучшить настроение пациентов. Красота и удобство очень исцеляют. Это позволяет пациентам увидеть, что место, к которому они также принадлежат, хорошее – ему можно доверять [6].

Хоспис святого Кристофера не только повлиял на строительство хосписов по всей Великобритании, но и стал образцом для их строительства в других странах [7].

Отечественное хосписное движение стало развиваться относительно недавно благодаря трудам Виктора Зорзы², который при содействии Роберта Твайкросса³ и врача Андрея Гнездилова открыл в 1990 году на базе маленькой больницы на окраине Санкт-Петербурга в посёлке Лахта первый в России хоспис «Лахта» (рис. 9). Это исходная точка отсчёта организованной работы в сфере развития паллиативной помощи в России. В 1994 году усилиями Виктора Зорзы и Веры Миллионщиковой в Москве был открыт Первый хоспис, являющийся сейчас учебной базой для новых хосписов Москвы, России и стран СНГ (рис. 10).

С тех пор в границах городов России было открыто ещё много учреждений паллиативной помощи, но всё же это не соответствует объёму потребностей, рассчитанной экспертами Всемирной организации здравоохранения (в Российской Федерации в хосписах нуждается более 1,3 млн граждан, а помощь получает только 1/6 часть). В границах городов уровень обеспеченности в 7,5 коек на 100 тыс. граждан берётся исследователями за основу расчёта показателя минимальной потребности населения в хосписах. Почти ни в одном федеральном округе государства такая потребность не удовлетворяется (рис. 11).

А ведь из-за старения населения и распространения онкологических и других неинфекционных заболеваний по-

² Виктор Зорза – британский журналист, инициатор распространения хосписов в США, Англии, Германии, Польше, Чехословакии, Франции, Индии и др., активист хосписного движения и паллиативной помощи в 1990-е годы в России.

³ Член-основатель Европейской ассоциации паллиативной помощи.

требность в паллиативной помощи стала велика, как никогда раньше, да ещё и растёт быстрыми темпами. При этом выявлено, что вместе с умирающим страдает ещё около десяти близких людей, которых никто не берет в расчёт, но которым тоже нужна социальная, психологическая и духовная поддержка со стороны хосписов. Но пока россияне слабо информированы о возможности получения помощи в хосписах, при этом уверены в низком качестве оказываемой помощи [8; 9].

В «Атласе мира по паллиативной помощи», по данным ВОЗ, 234 страны поделены на четыре группы по степени развития паллиативной помощи. Лидерами являются двадцать стран (Австралия, Австрия, Бельгия, Германия, Гонконг, Ирландия, Исландия, Италия, Канада, Норвегия, Польша, Румыния, Сингапур, Великобритания, США, Уганда, Франция, Швейцария, Швеция, Япония), где хосписная и паллиативная помощь полноценно интегрирована в систему здравоохранения. Российская Федерация находится в группе стран с единичными центрами паллиативной помощи ввиду наличия высококлассных хосписов мирового уровня параллельно с наличием регионов с отсутствием таковых вообще.

Хосписное движение у нас сейчас находится на стадии активного развития. Впервые паллиативная помощь как отдельный вид медицинской помощи в России был законодательно закреплён в 2012 году и сегодня активно развивается. За несколько лет совершён скачок в развитии взрослой и детской паллиативной помощи, при этом изменения широко задействуют медицинскую, социальную, финансовую, законодательную сферы жизни общества.

Учреждения паллиативной помощи в Российской Федерации, которых насчитывается более 1600 [10], разнообразны из-за различных форм оказания помощи: на дому (амбулаторно), с постоянным пребыванием в учреждении (стационарно); с периодичным приходом больного в учреждение (дневной стационар). В структуре города это могут быть отдельные хосписы, кабинеты паллиативной помощи при поликлиниках, отделения паллиативной помощи в медицинских организациях, выездные службы на базе медицинских организаций, паллиативные койки или койки сестринского ухода в различных отделениях медицинских организаций, дома сестринского ухода, дневные стационары при медицинском учреждении, координационные центры и др.

Архитектурно-планировочные решения при нахождении учреждения паллиативной помощи в структуре онкодиспансеров, больниц, поликлиник, учреждениях социальной защиты населения и др. во многом предопределяются архитектурно-планировочной схемой головного здания.

Особый интерес вызывают архитектурные решения хосписов и паллиативных центров в виде отдельных самостоятельных учреждений, открываемых в границах городов.

Исторически сложившаяся тенденция размещения хосписов в перестроенных имениях, частных домах, монастырях, усадьбах и др. оказалась удачным решением с той точки зрения, что ранние модели хосписов были основаны



Рис. 11. Доступность паллиативной помощи нуждающимся в РФ (источник: данные фонда помощи хосписам «Вера» https://plus.rbc.ru/specials/fond_vera)



Рис. 12. Примеры архитектурных решений современных хосписов: а) патио в хосписе «Центр Мэгги». Манчестер, Англия. Архитекторы «Фостер и партнеры» (Fosters + Partners). 2016 год; б) гостиная в хосписе. Лагранж, Джорджия; в) гостиная в хосписе города Монтерей. Калифорния; г) хоспис «Карунашрайя». Бангалор, Индия. Архитекторы «Майндспейс Архитект» (MindSpace Architect); д) внутренний дворик в городском хосписе, Германия, Архитекторы «Архитектен БДА» (Architekten BDA); е) палата стационара в хосписе «Ассизи». Сингапур

на традиционном архетипе дома и переняли бытовые идеалы комфорта его обитателей, а не государственного учреждения. В современной архитектуре хосписов этот архетип уютного малоэтажного дома продолжает быть доминирующим мотивом. Мировая архитектурная практика сейчас богата хосписами с интересными объёмно-планировочными и архитектурно-художественными решениями. Объединяет их ряд следующих черт (рис. 12):

- *Домашний уют.* Архитектурно-планировочные решения лучших хосписов в мировой практике стремятся к гуманизации среды и созданию эстетичной домашней атмосферы.

- *Возможность общения и уединения пациентов* продуманы планировочными методами, что позволяет избежать ощущения больницы.

- *Взаимодействие с природой.* Архитектура направлена на максимальное слияние здания с природой. Предпочтение отдаётся размещению здания на озеленённых территориях и особое внимание уделяется ландшафтной организации среды, наличию открытых зон для беспрепятственного контакта с природой.

- *Малоэтажность* – важное условие при проектировании хосписов, так как большое количество этажей является фактором перенапряжения для ослабленных людей.

- *Номенклатура помещений современных хосписов* включает следующие основные группы помещений: входная группа, приёмное отделение, пищеблок, детские палаты, взрослые палаты, медицинское отделение, административное отделение, хозяйственно-бытовое отделение, культурно-просветительское отделение, траурные помещения. Взаиморасположение этих групп помещений должно быть пространственно ясным для восприятия.

- *Мощность хосписов* колеблется в пределах от 15 до 50 коек, оптимально – 30 коек, что позволяет создать комфортную и уютную архитектурную среду, максимально приближённую к «домашним» условиям.

- *Размещение хосписа в границах города* является оптимальным, так как сочетание факторов относительно невысокой стоимости участка строительства для возможности размещения необходимого количества коек и транспортного доступа для родственников больного являются значимым фактором физического и психологического комфорта.

- *Близость культового объекта.* Приветствуется размещение хосписа поблизости от храмов, монастырей, мечетей и др., так как тогда прихожане и служители часто становятся волонтерами или духовной опорой с пациентами хосписов.

- *Возможность проживания родственников.* Участие и помощь близких является наиболее психологически приемлемой моделью отношений в России, поэтому архитектурная среда, позволяющая и поддерживающая подобную модель, должна быть адаптирована под совместное пребывание и частые контакты умирающих с близкими.

При всем обилии существующих трудов на тему смерти, при титанических усилиях благотворительных и

профессиональных сообществ, выстраивающих отечественную паллиативную помощь, в нашей стране пока мало проработаны вопросы развития архитектурной среды для умирающих. Поэтому дальнейшее изучение вопроса всё чаще требует внимания общественности. Развитие сети учреждений паллиативной помощи в Российской Федерации позволит сохранять достоинство граждан в состоянии немощи. Размещение уютных малоэтажных зданий хосписов в границах городов, поблизости от спальных районов, зелёных массивов позволит без особых сложностей решать проблему гуманизации архитектурной среды хосписа, обеспечит мирную обстановку для людей, получающих паллиативное лечение. Растущее признание искусства и архитектуры как факторов, способствующих лечению тяжёлых заболеваний и переживания умирания, переведёт внимание общественности с господствующей увеселительной культуры на человеческий долг и сохранение достоинства до последних минут.

Список литературы

1. Шульчева-Джарман, О. Хоспис: приют для отправляющегося в последнее странствие. Сирия, Рим, Франция, Англия, Россия / О. Шульчева-Джарман. – Текст : электронный // Вода живая : Санкт-Петербургский церковный вестник». – 2014. – № 9. – URL <http://aquaviva.ru/journal/khospis-priyut-dlya-otpravlyayushchegosya-v-poslednee-stranstvie-siriya-rim-frantsiya-angliya-rossiya> (дата обращения 19.06.2023).
2. Aries, Ph. The Hour of Our Death: the Classic History of Western Attitude Toward Death over the Last One Thousand Years / Philippe Aries. – Текст : электронный. – New York : Doubleday Publishing Group 1981.
3. Батлер, Ч. Планирование больницы / Чарльз Батлер, Эддисон Эрдман. – Текст : непосредственный. – Нью-Йорк : F.W. Dodge corporation, 1946. – 154 с.
4. Твайкросс, Р. Паллиатив – это о качестве жизни / Р. Твайкросс. – Текст : непосредственный // Pallium: Паллиативная и хосписная помощь. – 2020. – № 2 (7). – С. 51–56.
5. Уорпол, К. Современный дизайн хосписа / Кен Уорпол. – Лондон : Ратледж, 2023. – 206 с. – ISBN 9781003306818. – Текст : непосредственный.
6. Avnita, Amin. St. Christopher's Hospice: A Space for Dying / Avnita Amin. – Текст : электронный. – URL https://cicelysaundersarchive.wordpress.com/2015/12/14/st-christophers-hospice-a-space-for-dying/#_ftn40 (дата обращения 19.06.2023).
7. Kron J. Designing a Better Place to Die / J. Kron. – Текст : электронный. – New York, 1978 Mar; 35 (3). – С. 43–49. URL https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Kron+J&author_id=11662670 (дата обращения 19.06.2023).
8. Klochko, A.R. Trends in the Design of Hospices and Palliative Centers in the Russian Federation / A.R. Klochko. – DOI 10.1088/1755-1315/988/5/052068. – Текст : электронный // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,

Virtual, Online, January 10–12, 2022. – Virtual, Online, 2022. – P. 052068.

9. Клочко А.Р. Архитектура современных центров паллиативной помощи / А.Р. Клочко. – Текст : Непосредственный // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования : Сборник докладов Первой Национальной конференции, Москва, 30 сентября 2020 года. – Москва : НИУ МГСУ, 2020. – С. 490–495.

10. Карта паллиативных учреждений в РФ / Текст : электронный // «Про Паллиатив» : Портал. – URL: <https://pro-palliativ.ru/institutions/#> (дата обращения 29.05.2023).

References

1. Shul'cheva-Dzharman, O. Khospis: priyut dlya otpravlyayushchegosya v poslednee stranstvie. Siriya, Rim, Frantsiya, Angliya, Rossiya [Hospice: a Shelter for the Last Journey. Syria, Rome, France, England, Russia]. In: *Voda zhivaya*, St. Petersburg Church Bulletin, 2014, no. 9. URL: <http://aquaviva.ru/journal/khospis-priyut-dlya-otpravlyayushchegosya-v-poslednee-stranstvie-siriya-rim-frantsiya-angliya-rossiya> (Accessed 06/19/2023). (In Russ.)

2. Aries Ph. The Hour of Our Death: the Classic History of Western Attitude Toward Death over the Last One Thousand Years. New York, Doubleday Publishing Group, 1981. (In Engl.)

3. Batler Charls, Eddison Erdman. Planirovanie bol'nitsy [Hospital Planning]. New-York, F.W. Dodge corporation, 1946, 154 p. (In Engl.)

4. Tvaikross, R. Palliativ – eto o kachestve zhizni [Palliative is about the quality of life]. In: *Pallium: Palliativnaya i khospisnaya pomoshch'* [Pallium: Palliative and hospice care], 2020, no. 2 (7), pp. 51–56. (In Russ.)

5. Uorpol K. Sovremennyi dizain khospisa [Modern Hospice Design]. London, Ratledzh Publ., 2023, 206 p., ISBN 9781003306818. (In Engl.)

6. Avnita Amin. St. Christopher's Hospice: A Space for Dying. URL https://cicelysaundersarchive.wordpress.com/2015/12/14/st-christophers-hospice-a-space-for-dying/#_ftn40 (Accessed 06/19/2023). (In Engl.)

7. Kron J. Designing a Better Place to Die. New York, 1978, pp. 43–49. (In Engl.)

8. Klochko, A.R. Trends in the Design of Hospices and Palliative Centers in the Russian Federation. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Virtual*, Online, January 10–12, 2022, P. 052068, doi 10.1088/1755-1315/988/5/052068. (In Engl.)

9. Klochko A.R. Arkhitektura sovremennykh tsentrov palliativnoi pomoshchi [Architecture of modern palliative care centers]. In: *Aktual'nye problemy stroitel'noi otrasli i obrazovaniya* [Actual problems of the construction industry and education], Collection of reports of the First National Conference], Moscow, September 30, 2020. Moscow, NRU MGSU Publ., 2020, pp. 490–495. (In Russ.)

10. Karta palliativnykh uchrezhdenii v RF [Map of Palliative Institutions in the Russian Federation]. In: *“Pro Palliativ”*, Portal. URL: <https://pro-palliativ.ru/institutions/#> (Accessed 05/29/2023). (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 51–57.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 51–57.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 725
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-51-57

Перспективы строительства и развития архитектуры многоэтажных деревянных гражданских зданий

Афонин Виталий Сергеевич (Нижний Новгород). Кафедра архитектурного проектирования Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (Россия, 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65. ННГАСУ). Эл. почта: vitalyaafonin@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются факторы, влияющие на целесообразность многоэтажного деревянного строительства в России. На основе анализа зарубежного опыта выделяются возможные тенденции развития архитектуры многоэтажных деревянных гражданских зданий. Выявлены препятствия и недостатки на пути становления данного архитектурно-строительного направления. С одной стороны, актуальность строительства многоэтажных деревянных гражданских зданий обусловлена государственной поддержкой, богатыми традициями деревянного зодчества, необходимостью использования продукции предприятий лесопромышленного комплекса на внутреннем рынке, экологическими, гигиеническими, экономическими, архитектурно-художественными преимуществами. С другой стороны, нельзя отрицать скепсис и опасения в вопросе применения древесины в жилых и общественных зданиях высотой пять и более этажей. Цель данной статьи – поднять вопрос о актуальности, целесообразности и перспективах применения древесины в современном гражданском строительстве в России.

Ключевые слова: многоэтажное деревянное строительство, деревянная архитектура, гражданские здания, национальная архитектура, устойчивая архитектура

Для цитирования. Афонин В.С. Перспективы строительства и развития архитектуры многоэтажных деревянных гражданских зданий // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 51–57. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-51-57.

Prospects for the Construction and Development of the Architecture of Multi-Storey Timber Civil Buildings

Afonin Vitaliy S. (Nizhny Novgorod). Department of Architectural Design of Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (65 Ilinskaya st., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. NNGASU). E-mail: vitalyaafonin@gmail.com

Annotation. This article discusses the factors influencing the feasibility of multi-story timber construction in Russia. Based on an analysis of international experience, potential trends in the development of architecture for multi-story timber civilian buildings are identified. Obstacles and drawbacks in the establishment of this architectural and construction direction are identified. On the one hand the relevance of constructing multi-story timber civilian buildings is justified by state support, rich traditions of wooden architecture and the necessity to utilize products from the timber industry on the domestic market, as well as the ecological, hygienic, economic, and architectural advantages. On the other hand skepticism and concerns regarding the use of wood in residential and public buildings with five or more stories cannot be ignored. The aim of this article is to raise the question of the relevance, feasibility, and prospects of wood application in modern civil construction in Russia.

Keywords: multi-storey timber construction, wooden architecture, civil buildings, national architecture, sustainable architecture

For citation. Afonin V.S. Prospects for the Construction and Development of the Architecture of Multi-Storey Timber Civil Buildings. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 51–57, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-51-57.

В Российской Федерации последние несколько лет заметна тенденция поддержки деревянного строительства: в 2020 году были введены СП 451.1325800.2019¹ и СП 452.1325800.2019², в которых были регламентированы и обобщены требования законодательства к общественным и жилым зданиям с применением деревянных конструкций высотой до 28 м, инициированы исследования в рамках «дорожной карты» по развитию деревянного домостроения до 2024 года [1]. Помимо этого выпущен ГОСТ Р 70346-2022 «Зелёные» стандарты. Здания жилые многоквартирные «зелёные»³, анонсирована «зелёная ипотека», предлагаются льготные ипотечные программы на покупку домокомплектов высокой заводской готовности [2], были написаны научные статьи [3–7; 8 и др.], проведены конкурсы – например, Всероссийский конкурс типовых проектов⁴ и Международный конкурс архитектурных концепций стандартного жилья и жилой застройки, организованный компанией «Дом.рф» при поддержке правительства⁵. На конкурсах были в том числе представлены несколько проектов из древесины. Интерес к данной теме проявился в таких проектах, как проект кварталов «деревянный город» (WoodCity) и «город Сокол» (SokolTown) (арх. Тотан Кузембаев), «квартал-минимум» (арх. бюро «Поле-Дизайн»), проект гостиницы «Шале» (творческая мастерская арх. Логвинова) и др.). После введения запрета в 2022 году на экспорт необработанной древесины и ограничений российского экспорта вопрос применения древесины и современных строительных материалов на её основе встал ещё более остро.

Однако одновременно с тенденцией поддержки деревянного домостроения, опираясь на комментарии некоторых экспертов строительной отрасли, а также опросы граждан, можно наблюдать и скептические настроения в оценке этой ситуации: только 14% респондентов готовы жить в деревянном многоквартирном доме [8].

Рассмотрим ключевые факторы, исходя из которых строительство многоэтажных деревянных гражданских зданий⁶ (МДГЗ) можно признать целесообразным, а также отметим недостатки таких зданий и препятствия для их строительства, которые вызывают основные опасения у экспертов и респондентов опросов.

Один из важных факторов – экологический, связан с парадигмой устойчивого развития (то есть развития, обеспечивающего удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для будущих поколений⁷). Преимущества, исходя из ценностей устойчивого развития, обусловлены способностью древесины секвестрировать углерод, сокращая так называемый углеродный след. При значительном расширении практики устойчивого строительства из дерева и одновременном снижении издержек транспортировки сокращение углеродного следа может быть существенным (до 69% или 216 кг CO₂ на 1 кв. м общей площади). Замена традиционных материалов на



Рис. 1. Экологические преимущества использования деревянных конструкций. Схема выполнена автором на основе [14]

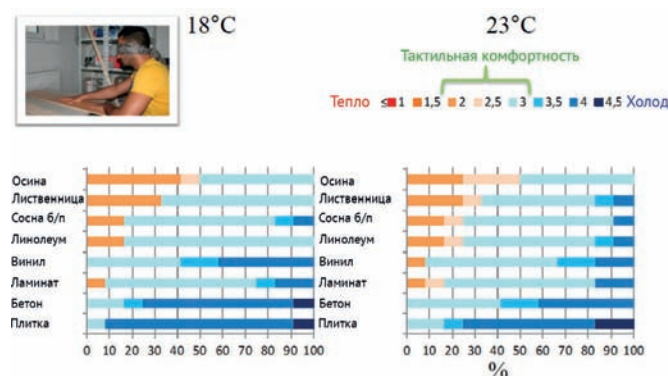


Рис. 2. Тактильное восприятие материалов (источник: https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2020-01/wood2new_final_report_0.pdf. Перевод автора)

¹ СП 451.1325800.2019. Свод правил «Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» (<https://docs.cntd.ru/search?q=СП%20451.1325800.2019%20>).

² СП 452.1325800.2019. Свод правил «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» (<https://docs.cntd.ru/search?q=СП%20452.1325800.2019>).

³ ГОСТ Р 70346-2022. «Зелёные» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зелёные». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации (<http://vsegost.com/Catalog/78/78655.shtml>).













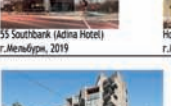



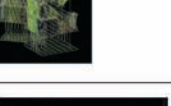




⁴ Конкурс архитектурных концепций стандартного жилья и жилой застройки, Россия, 2017–2018 (<http://tehne.com/grant/konkurs-arhitekturnyh-koncepciy-standartnogo-zhilya-i-zhiloy-zastroyki-rossiya-2017-2018>).

⁵ Открытый всероссийский конкурс на разработку типовых проектов жилых домов и социально-культурных объектов с использованием деревянных несущих строительных конструкций и других материалов (<https://woodenbuildings.ru/>).

⁶ В рамках данной статьи под многоэтажными деревянными зданиями понимаются здания высотой пять и более этажей.

⁷ Наше общее будущее : Брундтланд Г.Х., Халид М. и др. Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития, 1987 г. (<https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>).

Таблица 1. Архитектурно-художественные приёмы формирования облика МДГЗ. Выполнена автором статьи

Архитектурно-художественные приёмы МДГЗ		
Архитектурный стиль	Архитектурные приёмы стилей (для зданий с использованием древесины)	Примеры применения (для зданий с использованием деревянных конструкций в качестве оснований)
Неомодернизм	<ul style="list-style-type: none"> «5 отравленных точек» от Ле Корбюзье, которые используются в архитектуре неординарная и в наши дни: <ul style="list-style-type: none"> Столбы-опоры. Плоская крыша-терраса Свободная планировка Ленточное остекление Свободный фасад. Для неомодернизма: <ul style="list-style-type: none"> Сплошное остекление Системы энергоэффективности Дерево используется для элементов входных групп, навесов на крыше, балконов, ограждений и др. элементов 	  
Био-тек (Архитектурная бионика)	<ul style="list-style-type: none"> Вертикальные сады: озеленение на террасах, эксплуатируемых кровлях, фасадах. Биоморфные формы: Составление причёсок и средств формообразования живой природы и архитектуры <p>Применение деревянных конструкций (как несущих - колонны, так и декоративных - вертикальные и горизонтальные рейки и панели на фасаде здания)</p> <ul style="list-style-type: none"> Использование энергии ветра, солнца, геотермальных источников. 	  
Критический регионализм (подход)	<ul style="list-style-type: none"> Актуализация и применение традиционных архитектурных элементов: <ul style="list-style-type: none"> Скамьи (Banco rattan lounge) Заглубленные окна и двери с традиционными створками Свет на фасаде Ограждение в традиционные цвета Традиционные формы зданий Отсылки к традиционным материалам конструктивным элементам - например, в системе Дугуни и т.п. Имитация склада 	   
Хай-тек	<ul style="list-style-type: none"> Двойной фасад (внутренняя оболочка имеет подчеркнuto технологичный облик, архитектурный дизайн, пропущенные элементы на фасаде). На внутреннем фасаде может использоваться дерево Стеклопанельный прозрачный промывочный фасад, за которым видны деревянные конструкции Функциональное использование освещения 	 
Деконструктивизм	<ul style="list-style-type: none"> Элементы, лоджии, балконы, разнонаправленно выступающие на фасаде здания. Дерево не часто встречается на фасадах, когда применяется - сочетается с другими материалами и используется преимущественно для лоджий, террас, подоконки выступающих частей фасада CLT панель хорошо подходит для двучленного ступня, т.е. легко ремонтируется и соединяется под нетривиальными углами, в следствие, позволяет реализовать сложные формы 	  
Параметризм	<ul style="list-style-type: none"> Панелизация Структурные оболочки «Выделенные» системы Минимальные поверхности (на основе изоверности, метабол, ячеек Вороного или триангуляции) <p>Для создания криволинейной геометрии: в деревянных конструкциях используются панели и клееные деревянные балки, фанера</p>	   
Постмодернизм	<ul style="list-style-type: none"> Применение элементов из архитектуры различных стилей в одном здании Дерево и панели CLT удобны для создания арочных проёмов, как в музее Theatertuin am Jubelpark, для декоративных элементов Сочетание различных материалов (кирпич, натуральный камень, штукатурка, металл) Несоблюдение «чужденца», но как правило не деструктивная форма (в отличие от деконструктивизма) 	 

древесину в половине новых строящихся городских объектов обеспечивает сокращение общих глобальных выбросов CO² на 9% [9]. Само производство деревянных строительных конструкций и их переработка также экологически менее вредный процесс, чем производство и переработка стали/железобетона (рис. 1). Кроме того, дерево является возобновляемым ресурсом, и при использовании легального сырья, устройстве компенсационных посадок, мониторинге лесных пожаров и ответственном лесопользовании мы не ограничиваем возможности для использования этого ресурса в будущем.

Гигиенический фактор обусловлен возможностью древесины регулировать температурно-влажностный режим, поддерживая комфортный микроклимат в помещении. Древесина хвойных пород в интерьере выделяет фитонциды, которые обладают антибактериальными и антимикробными свойствами, а также способствует психологическому комфорту, созданию ощущения уюта у человека: научное исследование «Дерево для современности» (Wood2New)⁸ [10] показало, что тактильное восприятие образцов дерева при температуре 18 °С и влажности около 20% воспринимается респондентами как комфортное, в отличие от бетона, керамической плитки, винилового покрытия, линолеума (рис. 2). Другое исследование [11] показало, что срок жизни ряда бактерий на деревянных поверхностях сокращается по сравнению со сроком их жизни в воздушной среде или на других поверхностях. Так, для вирусов Coronavirus SARS CoV 1 и 2 срок жизни при комнатной температуре составляет от 5 до 28 дней, в то время как на деревянных поверхностях – до 96 часов для CoV 1, и до 24 для CoV 2. Комплексная оценка гигиенического аспекта использования древесины в экстерьере и интерьере требует дополнительных отечественных междисциплинарных (психология, психофизиология, архитектурная теория и др.) исследований, но положительный эффект, оказываемый этим материалом на человека, сомнения не вызывает.

Архитектурно-художественный фактор и его ключевое значение связаны с необходимостью переосмысления богатых традиций русского деревянного зодчества, с возможностью применения результатов научно-технического прогресса в контексте современной российской архитектуры. В эпоху глобализации всё более важными являются национальные, региональные, локальные особенности архитектуры, благодаря которым формируется узнаваемая, обладающая индивидуальным своеобразием городская среда. Древесина и современные материалы на её основе оптимальны для обозначенной выше цели, так как позволяют относительно простыми средствами реализовать сложное формообразование и добиться визуально

⁸ Этот трёхлетний исследовательский проект был посвящён взаимосвязи между древесиной как строительным материалом и здоровым образом жизни. Было исследовано качество воздуха внутри деревянных домов. Кроме того, посредством анкетирования и медицинских осмотров исследовались изменения самочувствия жильцов. Другой аспект касался тактильного восприятия материальных поверхностей. В рамках добровольного исследования были оценены и сравнены различные деревянные и недревесные поверхности в разных температурных диапазонах.

эффектных решений. Тут подразумевается как стилизация и использование традиционных элементов (таких как гонт, планкен, рейка, лемех, и др.), так и применение современных форм, полученных с помощью лазерной резки и выпиливания элементов на станках с числовым программным управлением и другом специальном оборудовании. Примеры использования декоративных и формообразующих приёмов использования древесины представлены в таблице 1.

Из анализа мировой практики видно, что древесина применяется в зданиях различных архитектурных стилей: от постмодернизма до параметризма. Перекрёстно-клеённые панели (CLT) как основной строительный материал МДГЗ легко режутся и соединяются под непрямыми углами, что позволяет реализовать сложные формы. Вопрос актуализации исторических черт архитектуры Японии хорошо виден в работах архитекторов Шигеру Бан и Кенго Кума, которые ссылаются на традиционные формы жилища или систему строительства из типовых деревянных элементов доугун (см. табл. 1), и переосмысливают их в своих проектах с учётом новых материалов, новых требований к современным зданиям. Приёмы стилизации элементов русского деревянного зодчества появляются и у отечественных архитекторов в малоэтажном строительстве (рис. 3).

Если учитывать экономический фактор, можно сказать, что при соблюдении определённых условий (близость к производственному предприятию, текущая стоимость лесоматериала, конструктивный тип здания, решения по отделке фасада и т.д.) деревянное строительство оправдано для целого ряда гражданских зданий. Зарубежные исследования и практика строительства показывают, что применение распространённой каркасной конструкции на подиуме [пять этажей по каркасной технологии на одноэтажном («5 over

1») или двухэтажном («5 over 2») монолитном стилобате], позволяет получить снижение стоимости строительства конструкции здания до 35% по сравнению с железобетоном [12], по CLT-панелям оценки разнятся, но в ряде исследований стоимость сопоставима или на 2,2 % дешевле [13, 14]. Также экономически выгодным являются надстройка существующих зданий и строительство в местах подземного прохождения линий метрополитена и инженерных коммуникаций, где более лёгкие деревянные конструкции позволяют уменьшить глубину залегания фундамента. В здании «Бритпорт Хаус» (Bridport House) в Лондоне, построенном над местом прохождения канализационного коллектора, удалось разместить 41 квартиру вместо 20 (в случае использования железобетонных конструкций). В комплексе «Далстон лейн» (Dalston Lane), где из-за туннеля метро существовали ограничения по глубине заложения фундамента, благодаря применению CLT-панелей удалось увеличить количество квартир с 86 до 121, что стало значительным преимуществом для застройщика.

Использование деревянных домокомплектов высокой заводской готовности ускоряет строительство, сокращает количество работ и рабочих на стройплощадке, уменьшает вероятность строительных ошибок, а дерево в некоторых случаях может использоваться как чистовой материал отделки интерьера и не требует дополнительных затрат.

В России существуют реализованные проекты четырёхэтажных деревянных зданий (два дома из CLT-панелей в городе Соколе, два дома в городе Торжке и один – в Новосибирской области (город Ложок), проекты домов большей этажности находятся на рассмотрении в экспертизе⁹, однако

⁹ Файзуллин И.Э.: в России могут начать строить деревянные девятиэтажки (<https://m.business-gazeta.ru/news/602963>).



Рис. 3. Слева «Деко Паттерн Хаус» (Deco Pattern House). Архитектор П. Костелов. По центру и справа – Новый Русский город. Бюро «Megabudka» (источники: https://www.archdaily.com/406354/deco-pattern-house-peter-kostelov?ad_medium=gallery; <https://megabudka.ru/posts/1738>)

говорить о массовом строительстве пока рано: основными препятствиями для строительства деревянных гражданских зданий остаются некоторые нормативные ограничения и скептическое отношение населения, которое можно преодолеть демонстрацией экспериментальных построек, информационными материалами и выступлениями экспертов, способных с научной точки зрения развеять мифы вокруг деревянного строительства и обосновать возможность и необходимость его применения.

По результатам опросов и по комментариям к публикациям становится очевидно, что больше всего опасений вызывает пожаробезопасность таких зданий (около 50% респондентов и комментариев). Далее следуют вызывающие сомнения вопросы, касающиеся экономики, стойкости к механическим повреждениям и протечкам, шумоизоляции, выделения вредных летучих органических соединений (ЛОС) от клеевых составов, эксплуатации. Большинство технических вопросов при этом решаемы, что подтверждается как исследованиями, так и практикой строительства.

Приведём технические решения, служащие ответом на некоторые из них:

Пожаробезопасность. Несмотря на то, что изделия из древесины являются горючими, исследованиями выявлено, что горение происходит практически равномерно (ок. 0,7 мм/мин.), а обугленная поверхность препятствует проникновению кислорода: потеря несущей способности здания вследствие пожара более прогнозируема, чем при пожаре в здании с металлическим каркасом [14]. Степень огнестойкости конструкций может быть повышена за счёт увеличения сечения деревянных элементов, либо через использование конструктивной огнезащиты. Горючесть может быть снижена с помощью обработки антипиренами [например, «Пирилакс» – до группы горючести Г1 (слабогорючие¹⁰) по ФЗ-123¹¹], или с помощью применения негорючих облицовочных материалов до группы горючести КМ0 (негорючий материал, или НГ). Определяющим условием обеспечения пожаробезопасности является проектирование системы автоматической противопожарной защиты (АППЗ) в соответствии с действующими нормативами, а также обеспечение планировочных требований технического регламента ФЗ-123 и других обязательных нормативов исходя из функционального типа здания, его степени огнестойкости и класса функциональной пожарной опасности.

Шумоизоляция. На сегодняшний день в зарубежных исследованиях и руководствах по проектированию [14; 15] существуют проверенные практикой типовые решения, позволяющие обеспечить требуемые уровни шумоизоляции даже для номеров пятизвёздочных гостиниц и жилья люкс-сегмента.

Эти решения подразумевают использование так называемых плавающих полов со стяжкой и звукоизоляционными плитами («шумостоп» и подобные), демпферной ленты по периметру пола, применение двойных или каркасных стен и перегородок с волокнистым звукоизоляционным наполнителем, и звукоизоляционных потолочных панелей. Для минимизации воздействия ударного шума необходимо сочетание материалов различной массы и плотности, изолирование конструкций зданий от вибрационных воздействий с помощью эластичных материалов [например таких, как силомер (sylomer)], а для шума, передаваемого по воздуху, – применение звукопоглощающих волокнистых и пористых материалов. Перегородка из древесины перекрёстно-клеённой (crosslaminated timber или CLT), толщиной 100 мм имеет индекс изоляции воздушного шума (Rw) равный 34 дБ, при толщине стены 175 мм – 41 дБ [15], что практически соответствует газобетонной стене той же толщины, но для газобетонных стен из блока D500 требует дополнительных мер – покрытия штукатуркой с двух сторон. Для CLT-панелей достаточно обшивки гипсокартоном, либо необходимо использовать структуру стены из двух слоёв CLT-панелей толщиной 120 мм каждая, со звукоизоляционной ватой между ними: в таком случае дерево может оставаться элементом интерьера [15]).

Влагостойкость. Для защиты от влаги, как и для прочих конструкций, необходимо устройство гидроизоляции. Цокольные конструкции и подвалы зданий рекомендуется выполнять в бетоне, отрывая деревянные конструкции от уровня отмостки на высоту не менее 400 мм¹³.

Токсичные выделения летучих соединений. Класс эмиссии у современных материалов из древесины, таких как CLT-панель, составляет Е1 [14], что по европейским и отечественным стандартам позволяет их использовать в зданиях любой типологии, в том числе школах, детских садах, жилых домах. Данный класс признан ГОСТ 10632-2014¹⁴ безопасным для применения мебели, в том числе детской.

Механическая прочность. У древесины действительно невысокая износостойкость и ударная прочность, однако подобными недостатками обладают и гипсокартонные, газобетонные, гипсолитовые стены. Данный недостаток решается применением ударопрочных и износостойких облицовочных материалов, где это необходимо.

Эксплуатация. Практика эксплуатации зарубежных МДГЗ не показала существенных различий с эксплуатацией зданий, построенных из иных строительных материалов. Срок службы качественно построенных деревянных зданий – 50 лет, а при надлежащем уходе может быть значительно продлён, что видно по хорошо сохранившимся деревянным зданиям

¹⁰ Слабогорючие материалы – имеющие температуру дымовых газов не более 135 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 65%, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 20%, продолжительность самостоятельного горения 0 секунд, при испытаниях по ГОСТ Р 57270-2016)

¹¹ Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/27899>).

¹³ СП 451.1325800.2019. Свод правил «Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» (<https://docs.cntd.ru/search?q=СП%20451.1325800.2019%20>).

¹⁴ ГОСТ 10632-2014 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия» (<http://vsegost.com/Catalog/57/57417.shtml>).

возрастом в сотни лет (фахверковые жилые дома в Германии и Нидерландах, комплекс Кижи, норвежские ставкирки, японские и китайские пагоды и другие строения).

Архитектура. Мировая практика строительства МДГЗ показала вариативность в их объёмно-планировочных решениях и внешнем облике. Реализуемы все архитектурные стили, при этом для нелинейной и орнаментальной геометрии древесина имеет неоспоримые преимущества. Строятся объекты различной типологии: прежде всего это жилые и офисные здания, а также гостиницы, студенческие общежития и многофункциональные здания-комплексы. Менее распространены, однако возможны в многоэтажном исполнении здания музеев, театров, досуговых центров, медицинских и административных учреждений. Для России актуальны тенденции творческого переосмысления богатого наследия, в частности, использование в современном прочтении элементов древнерусского и церковного зодчества (барабан, цилиндрические и крестовые своды, лемех, гонт, прясло, наличник, закомара и т.д.), планировочных структур жилых домов (дом-кошель, дом-связь и др.), объёмно-пространственных композиций (восьмерик на четверике; шатровые типы зданий; варианты ансамблевых композиций; композиции, продолжающие традиции авангардной архитектуры и др.)

С учётом того, что технические сложности возведения и эксплуатации МДГЗ преодолимы, а экологические, гигиенические, архитектурно-художественные, экономические достоинства очевидны, можно сделать вывод о целесообразности строительства таких зданий. В экономических и природно-ресурсных условиях России это направление имеет большие перспективы и непременно займёт свою нишу наряду с другими существующими технологиями строительства.

Список источников

1. «Дорожная карта» по развитию деревянного домостроения до 2024 года: когда появятся 12-этажные здания? / Текст : электронный // Сайт Ассоциации деревянного домостроения. – URL: <https://npadd.ru/novosti/dorozhnaya-karta-po-razvitiyu-derevyannogo-domostroeniya-do-2024-goda-kogda-poyavyatsya-12-ti-etazhnye-zdaniya> (дата обращения 09.04.2023).
2. Каждый второй частный дом может строиться в России с помощью ипотеки – ДОМ.РФ / Текст: электронный // Financial One : Журнал о финансовых рынках. – URL: <https://fomag.ru/news-streem/kazhdyy-vtoroy-chastnyy-dom-mozhet-stroitsya-v-rossii-s-pomoshchyu-ipoteki-dom-rf/> (дата обращения 09.04.2023).
3. Гилетич, А.Н. Пожарная безопасность многоэтажных зданий из деревянных конструкций / А.Н. Гилетич, И.П. Хасанов, А.А. Макеев. – Текст : непосредственный // Пожарная безопасность. – 2014. – № 2. – С. 116–125.
4. Дементьев, Д.А. Современный опыт строительства многоквартирных деревянных домов в зарубежных странах / Д.А. Дементьев. – Текст : непосредственный // Architecture and Modern Information Technologies. – 2020. – № 1 (50). – С. 95–108.

5. Современные технологии возведения многоэтажных деревянных домов / Л.А. Коклюгина, А.В. Коклюгин, Л.Р. Гимранов, Г.А. Никифоров. – Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2019. – № 1. – С. 231–237.

6. Мавлюбердинов, А.Р. Технологические особенности возведения многоэтажных жилых зданий из CLT-панелей / А.Р. Мавлюбердинов, Д.Н. Хоцанян. – Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2018. – № 1 (43). – С. 219–225.

7. Деревянные и железобетонные каркасы многоэтажных зданий / С.И. Меркулов, С.М. Есипов, М.В. Качалов, В.И. Тарасов. – Текст : непосредственный // Наука и инновации в строительстве : Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию кафедры строительства и городского хозяйства. Белгород, 2022 г. – Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 49–55.

8. Чернова, Е.В. К вопросу о многоэтажном деревянном строительстве / Е.В. Чернова, Авдюкова К.И. – Текст : непосредственный // Наука – Образование – Производство: опыт и перспективы развития : Материалы XIV Международной научно-технической конференции : В дв. томах : Том 2. Нижний Тагил, 08–09 февраля 2018 года / Под ред. М.В. Миронова, А.А. Пыстогова. – Екатеринбург : УрФУ, 2018. – С. 272–276.

9. Himes, A. Wood Buildings as a Climate Solution / Austin Himes, Gwen Busby. – Текст : электронный // Developments in the Built Environment. – 2020. – Vol. 4. – P. 100030. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165920300260> (дата обращения: 09.04.2023).

10. Competitive Wood-Based Interior Materials and Systems for Modern Wood Construction Wood2New / Cronhjort Yrsa, Mark Hughes, Tomi Tulamo [и др.]. – 2017. – 40 с. – Текст : электронный // ResearchGate – URL: https://www.researchgate.net/publication/314094780_Competitive_wood-based_interior_materials_and_systems_for_modern_wood_construction_Wood2New (дата обращения 05.10.2023)

11. Hygienic Perspectives of Wood in Healthcare Buildings / Munir M.T., Pailhoriès H., Aviat F. [и др.]. – Текст : электронный // Hygiene. – 2021. – № 1. – P. 12–23. – URL: <https://www.mdpi.com/2673-947X/1/1/2> (дата обращения 06.03.2023).

12. Podesto, L. Maximizing Value with Mid-Rise Construction / Lisa Podesto. – Текст : электронный // Wood Products Council. – 2015. – URL: https://www.org/wp-content/uploads/Maximizing-Value-with-Mid-Rise-Construction.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com (дата обращения 06.03.2023).

13. Final Report for Commercial Building Costing Cases Studies – Traditional Design Versus Timber Project : report // Timber Development Association (NSW) Ltd. – Melbourne, Australia, Andrew Dunn, 2015. – 26 с. // Ctfassets. – URL: https://assets.ctfassets.net/fqjwh0badmlx/A6Dw4lfJkUqbCFHDVAACD/bb1108caee0cd62314bf0158a3c38a2d/The_Economic_Argument_for_Wood.pdf (дата обращения: 05.10.2023). – Текст : электронный.

14. Green, M. The Case for Tall Wood Buildings: How Mass Timber Offers a Safe, Economical, and Environmental Friendly

Alternative for Tall Building Structures / Green Michael // *mgb Architecture + Design*, 2012. – 240 с. – URL: https://cwc.ca/wp-content/uploads/publications-Tall-Wood.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com (дата обращения: 05.10.2023). – Текст : электронный.

15. Lin, J.-Y. A Study on the Sound Insulation Performance of Cross-laminated Timber / J.-Y. Lin, C.-T. Yang., Y.-S. Tsay. – Текст : электронный // *Materials*. – 2021. – № 14. – P. 4144. – URL: https://www.researchgate.net/publication/353451407_A_Study_on_the_Sound_Insulation_Performance_of_Cross-laminated_Timber (дата обращения: 14.05.2023).

References

1. «Dorozhnaya karta» po razvitiyu derevyannogo domostroeniya do 2024 goda: kogda poyavyatsya 12-etazhnye zdaniya? ["Roadmap" for the Development of Wooden Housing Construction until 2024: When Will 12-Storey Buildings Appear?]. Assotsiatsiya derevyannogo domostroeniya [Association of Wooden Housing], Website, 2022. – URL: <https://npadd.ru/novosti/dorozhnaya-karta-po-razvitiyu-derevyannogo-domostroeniya-do-2024-goda-kogda-poyavyatsya-12-ti-etazhnye-zdaniya> (Accessed: 04/09/2023). (In Russ.)

2. Kazhdyi vtoroi chastnyi dom mozhet stroit'sya v Rossii s pomoshch'yu ipoteki – DOM.RF [Every Second Private House Can Be Built in Russia with the Help of a Mortgage – DOM.RF]. In: *Financial One, Journal of financial markets*, 2023. – URL: <https://fomag.ru/news-streem/kazhdyi-vtoroy-chastnyy-dom-mozhet-stroit'sya-v-rossii-s-pomoshchyu-ipoteki-dom-rf/> (Accessed: 04/09/2023). (In Russ.)

3. Giletich A.N., Khasanov I.R., Makeev A.A. Pozharnaya bezopasnost' mnogoetazhnykh zdaniy iz derevyannykh konstruktssii [Fire Safety of Multistoreyed Buildings of Wooden Structures]. In: *Pozharnaya bezopasnost' [Fire Safety]*, 2014, no. 2, pp. 116–125. (In Russ., abstr.in Engl.)

4. Dement'ev D.A. Sovremenniy opyt stroitel'stva mnogokvartirnykh derevyannykh domov v zarubezhnykh stranakh [Modern Experience of Multi-Apartment Wooden Houses Construction in Foreign Countries]. In: *Architecture and Modern Information Technologies*, 2020, no. 1 (50), pp. 95–108. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. Koklyugina L.A., Koklyugin A.V., Gimranov L.R., Nikiforov G.A. Sovremennye tekhnologii vozvedeniya mnogoetazhnykh derevyannykh domov [Modern technology of construction of multi-storey wooden houses]. In: *Izvestiya KGASU [News KSUAE]*, 2019, pp. 245–254. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. Mavlyuberdinov A.R., Khotsanyan D.N. Tekhnologicheskie osobennosti vozvedeniya mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy iz CLT-panelei [Technological features of erecting multi-storey residential buildings from CLT-panels]. In: *Izvestiya KGASU [News KSUAE]*, 2018, no. 1 (43), pp. 219–225. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. Merkulov S.I., Esipov S.M., Kachalov M.V., Tarasov V.I. Derevyannye i zhelezobetonnye karkasy mnogoetazhnykh zdaniy [Wooden and Reinforced Concrete Frames of Multi-Storey

Buildings]. In: *Nauka i innovatsii v stroitel'stve [Science and innovations in Construction]*, Collection of reports of the VI International scientific-practical conference dedicated to the 50th anniversary of the department of construction and urban economy, Belgorod, 2022]. Belgorod, . BSTU named after V.G. Shukhov, 2022. S. 49-55. (In Russ.)

8. Chernova E.V., Avdyukova K.I. K voprosu o mnogoetazhnom derevyannom stroitel'stve [On the Issue of Multi-Story Wooden Construction]. In M.V. Mironov, A.A. Pystogov (eds.): *Nauka – Obrazovanie – Proizvodstvo: opyt i perspektivy razvitiya [Science – Education – Production: Experience and Development Prospects]*, Materials of the XIV International Scientific and Technical Conference, In two volumes, Vol. 2, Nizhnii Tagil, February 08–09, 2018. Ekaterinburg, UrFU Publ., 2018, pp. 272–276 (In Russ.)

9. Himes Austin, Gwen Busby. Wood Buildings as a Climate Solution. In: *Developments in the Built Environment*, 2020, Vol. 4, p. 100030. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165920300260> (Accessed 04/09/2023). (In Engl.)

10. Cronhjort, Heikkinen, Tulamo, Verma, Zubillaga [et. al.] Competitive Wood-Based Interior Materials and Systems for Modern Wood Construction Wood2New, Yrsa Cronhjort (ed.), 2017, 40 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/314094780_Competitive_wood-based_interior_materials_and_systems_for_modern_wood_construction_Wood2New (Accessed 10/05/2023) (In Engl.)

11. Munir M.T., Pailhoriès H., Aviat F., Lepelletier D., Pape P.L., Dubreil L., Irle M., Buchner J., Eveillard M., Federighi M. [et al.] Hygienic Perspectives of Wood in Healthcare Buildings. In: *Hygiene*, 2021, no. 1, pp. 12–23. – URL: <https://www.mdpi.com/2673-947X/1/1/2> (Accessed 03/06/2023). (In Engl.)

12. Podesto L. Maximizing Value with Mid-Rise Construction. In: *Wood Products Council*. – URL: https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/Maximizing-Value-with-Mid-Rise-Construction.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com (Accessed 03/06/2023). (In Engl.)

13. Final report for commercial building costing cases studies – Traditional Design Versus Timber Project, Prepared by Timber Development Association (NSW) Ltd.; Andrew Dunn. – Melbourne, Australia, 2015, 26 p. URL: https://assets.ctfassets.net/fqjwh0badmlx/A6Dw4lfJkUqbCFHDVAACD/bb1108caee0cd62314bf0158a3c38a2d/The_Economic_Argument_for_Wood.pdf (Accessed 10/05/2023). (In Engl.)

14. Green Michael C. The Case for Tall Wood Buildings: How Mass Timber Offers a Safe, Economical, and Environmental Friendly Alternative for Tall Building Structures. In: *mgb Architecture + Design*, 2012, 240 p. URL: https://cwc.ca/wp-content/uploads/publications-Tall-Wood.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com (Accessed 10/05/2023). (In Engl.)

15. Lin J.-Y., Yang C.-T., Tsay Y.-S. A Study on the Sound Insulation Performance of Cross-Laminated Timber. In: *Materials*, 2021, no. 14, p. 4144. URL: https://www.researchgate.net/publication/353451407_A_Study_on_the_Sound_Insulation_Performance_of_Cross-laminated_Timber (Accessed 05/14/2023). (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 58–63.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 58–63.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.01
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-58-63

Архитектурное знание в классификаторах УДК, ББК и ГРНТИ: содержательный аспект

Кияненко Константин Васильевич (Вологда). Доктор архитектуры, профессор. Кафедра история архитектуры и градостроительства Московского архитектурного института (государственной академии) (Россия, 107031, Москва, ул. Рождественка, 11/4, кор. 1, стр. 4. МАРХИ); департамент архитектуры Российского университета дружбы народов (Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. РУДН). Эл. почта: kiyanenko_k@yahoo.com

Аннотация. Российские библиотечные классификаторы и рубрикатор научно-технической информации рассматриваются в статье с точки зрения отражения в них архитектурного знания, на этот раз, в содержательном отношении. Понятийно-терминологический анализ текстов трёх документов показал, что основной объём информации об архитектуре в них принадлежит четырём дисциплинарным сферам – истории, теории, типологии и методологии архитектуры. На примере УДК обнаружено, что исторический массив понятий охватывает развитие архитектуры до середины шестидесятых годов XX века. В лексике УДК доминируют концепты классики, проблематика эстетики и классической теории композиции. Теория и методика архитектурного проектирования и типология зданий представлены в рационалистической, функционалистской, индустриалистской версии. Классификаторы практически не отражают нынешнего состояния и новейшей истории архитектуры как системы знаний и порождают искажённые представления о потенциале и тенденциях её развития.

Ключевые слова: архитектурное знание, классификаторы УДК, ББК, ГРНТИ, понятийно-терминологический анализ

Финансирование. Данная публикация представляет второй фрагмент исследования, выполненного за счёт средств Государственной программы фундаментальных научных исследований Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) в рамках Плана фундаментальных научных исследований РААСН и Минстроя России на 2022 год, тема № 1.2.3.2. «Расширение диапазона научных исследований в архитектуре XXI века. Между академизмом и практикой» (рук. И.А. Добрицына).

Для цитирования. Кияненко К.В. Архитектурное знание в классификаторах УДК, ББК и ГРНТИ: содержательный аспект // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 58–63. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-58-63.

Architectural Knowledge in the UDC, BBK and GRNTI Classifiers: Meaningful Aspect

Kiyanenko Konstantin V. (Vologda). Doctor of Sciences in Architecture, Professor. The Department of History of Architecture and Urban Planning of the Moscow Institute of Architecture (state Academy) (11, Rozhdestvenka st. 11, Moscow 107031. MARCHI); the Department of Architecture of the Peoples' Friendship University of Russia (Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str.6. RUDN). E-mail: kiyanenko_k@yahoo.com

Abstract. Russian library classifiers and the Rubricator of Scientific and Technical Information are considered in the paper as far as they reflect architectural knowledge, this time, in terms of content. Conceptual and terminological analysis of the texts of the documents show that the bulk of information about architecture in them belongs to four disciplinary areas – history, theory, typology, and methodology of architectures. The UDC analysis evidences that the historical array of concepts covers all eras of the development of architecture until the mid-sixties of the XXth century; the decline of modernism and the subsequent stages of history are not reflected in it. The vocabulary of UDC is dominated by the concepts of classics, the problems of aesthetics and the

classical theory of composition. The theory and methodology of architectural design and the typology of buildings are presented in a rationalistic, functionalist, industrialist version. The classifier does not reflect the current state and the newest historical period of architecture as a system of knowledge and gives rise to distorted ideas about the potential and trends of its development.

Keywords: architectural knowledge, Universal Decimal Classification (UDC), Library Bibliographic Classification (BBK), Code of State Categories Scientific and Technical Information (GRNTI), terminological analysis

Funding. This article is the second fragment of the research carried out with the funds of the state program of the Russian Federation "Scientific and Technological Development of the Russian Federation" for 2021–2030 within the Plan of Fundamental Scientific Research of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences and the Ministry of Construction of Russia for 2022, topic no. 1.2.3.2. "Expanding the Range of Scientific Research in the Architecture of the 21st Century. Between Academism and Practice".

For citation. Kiyanenko K.V. Architectural Knowledge in the UDC, BBK and GRNTI Classifiers: Meaningful Aspect. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 58–63, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-58-63.

Введение

Классификаторы библиографической и научно-технической информации как хранители и предъявители архитектурного знания уже рассмотрены нами ранее на страницах журнала «Academia» [1]. Было показано, что архитектурное знание, представленное в УДК, ББК и ГРНТИ, смутно с точки зрения структурной принадлежности более крупным сферам познания и не вполне логично¹. В одном случае оно отнесено к искусству, в другом – объединено со строительством, а в третьем поделено между искусством и строительством. По количеству отводимых кодов раздел «Архитектура» вчетверо менее развит, чем «Строительство» в УДК и в пятнадцать раз беднее в ГРНТИ. В том же ГРНТИ раздел «Теория архитектуры» имеет один подраздел, а «Теория, методология искусства ...» – 26. В общем, если судить по классификаторам о сравнительной развитости и организованности архитектурного знания на фоне строительного и искусствоведческого, то выводы будут откровенно не в пользу архитектуры.

Вопрос о том, как классификаторы репрезентируют архитектурное знание с точки зрения его содержания, почти не затрагивался на предыдущем этапе исследования. В данной статье на основе понятийно-терминологического анализа рубрик и кодов классификаторов рассматривается состав знания, его принадлежность к тематически-дисциплинарным разделам архитектуры, охватываемым классификаторами эпохи развития архитектуры.

Тематические рубрики «архитектуры» в классификаторах

Если сравнивать между собой разделы «архитектура» в трёх классификаторах применительно к подразделам первого и, частично, второго уровней, то можно увидеть самые общие тематические блоки организации архитектурного знания (рис. 1).

Логика тематической организации знания прослеживается не только в самой развитой системе – УДК (13 подразделов первого уровня), но и в самой лаконичной системе – ББК (два подраздела). Она, эта логика, воплощается в четырёх тематических блоках, представленных с разной полнотой и последовательностью, но вполне очевидных: «теория архитектуры», «история архитектуры», «методология архитектуры» и «типология архитектуры». Последний раздел, хотя и является частью теории, но по сложившейся отечественной традиции занимает обособленное место в архитектурном знании.

Четыре упомянутых тематических блока присутствуют в описании содержания архитектурного знания неявно, их ещё нужно обнаружить, извлечь из состава рубрик в разделах архитектура и строительство. Составители УДК выделили в подразделы верхнего уровня теорию, методы и типологию зданий, но сделали это непоследовательно. «Этические и социологические аспекты» – очевидные фрагменты подраздела 72.01, нарушив субординацию, обрели структурную самостоятельность. Подраздел «Периоды и фазы развития...» представляет пусть важную, но лишь часть «истории архитектуры». Объекты функциональной типологии архитектуры разнесены в разные подразделы (от 72.05 до 721–728) и общим заголовком не объединены. Так же от «методов» обособились «Занятия (профессии)...» архитектуры, хотя, по сути, принадлежат они единому подразделу методологии архитектуры как организации деятельности².

Составители ББК просто и логично обозначили два ключевых подраздела архитектуры как «теория» и «история», но в поисках «методики» и «типологии» нам придётся обратиться в раздел «Строительство» (38). Архитектурный раздел ГРНТИ включает рубрики по теории архитектуры и её типологическому подразделу, но история архитектуры и методика проектиро-

¹ ГРНТИ – Государственный рубрикатор научно-технической информации 2007 (<https://grnti.ru/> (дата обращения 04.05.2023); ББК – Библиотечно-библиографическая классификация (<https://bbk.rsl.ru/external/bbk/>); УДК классификатор онлайн (<https://perviy-vestnik.ru/udc/>).

² Внимание к методологии архитектурной деятельности и мышления не демонстрирует ни один из классификаторов, эта большая проблематика сводится к частной, хотя и важной – «методике проектирования».

вания вновь вынесены в раздел строительства – как «история строительства и архитектуры» и «архитектурно-строительное проектирование».

Содержание архитектурного знания на примере классификатора УДК

Как самый содержательно богатый, иерархически разветвлённый, подробный и прошедший длительную проверку временем классификатор УДК лучше других подходит для анализа содержания архитектурного знания³.

Некоторые особенности УДК (UDC) не понять, если забыть о том, что это международный документ, изначально составленный и постоянно редактируемый на английском языке, а русскоязычная версия является более или менее удачным пере-

водом⁴. Поэтому частью своих несовершенств и особенностей УДК обязан некорректному переводу. Первый же подраздел архитектуры, формулируемый в российском УДК как «Теория, философия, эстетика архитектуры...» в англоязычном UDC звучит так: «Theory and philosophy of architecture...», то есть «Теория и философия архитектуры...», «эстетики» нет [5]. Её добавление в русскоязычную версию, возможно, вызвано чьим-то стремлением усилить «художественную» составляющую теории архитектуры, но это противоречит и формулировке оригинала, и логике заведомого вхождения эстетики как дисциплины в философское знание⁵.

Один из подклассов «теории, философии...» архитектуры звучит как «Дизайн. Проектирование. Композиция...» (72.012). Опять вольность переводчика. В оригинале читаем: «Design.

³ Напомним, что в разделе «Архитектура» классификатор УДК содержит 344 рубрики на пяти иерархических уровнях, используется в России и СССР с 1962 года, а в мире – более столетия [1].

⁴ На сайте российского агента по формированию и распространению УДК – Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ) – указано, что изменения и дополнения документа он получает от Международного консорциума УДК [UDC – Universal Decimal Classifier (<https://udc-hub.com/index.php>)], занимаясь обновлением и редактированием русскоязычной версии; см.: <http://www.viniti.ru/products/classification-systems/udc>.

⁵ Правда, эта же логика, согласно которой и этика входит как раздел в философию, легко нарушается самими составителями UDC, когда «этические и социологические аспекты» оказываются вне подраздела философии и теории архитектуры (см. рис. 1).

УДК

72 АРХИТЕКТУРА

72.01 Теория, философия, эстетика архитектуры
72.02 Методы работы. Материалы /.../
72.03 Периоды и фазы развития архитектуры. Стили, направления /.../.
72.04 Архитектурные детали. Отделка. Украшения и орнаменты
72.05 Части зданий, пространства и помещения определённого назначения
72.06 Этические и социологические аспекты
72.07 Занятия (профессии), имеющие отношение к архитектуре
72.092 Архитектурные конкурсы
721 Здания вообще. /.../ Части зданий /.../ для определённых целей
725 Общественные, коммерческие и промышленные здания /.../
726 Культовые здания и сооружения /.../
727 Здания образовательного, научного и культурного назначения
728 Жилищная архитектура. Жилищное строительство. Жилые здания

ББК

85.11 АРХИТЕКТУРА

85.110 Теория архитектуры
85.113 История архитектуры

38 СТРОИТЕЛЬСТВО

38.1 Теоретические основы строительства ...
38.22 Архитектурно-строительное проектирование...
38.4 Части зданий (архитектурные конструкции) ...
38.711 Жилищное строительство
38.712 Общественные здания и сооружения
38.718 Малые архитектурные формы

ГРНТИ

67.07 АРХИТЕКТУРА

67.07.01 Общие вопросы
67.07.03 Теория архитектуры. Архитектурные композиции
67.07.11 Национальные особенности архитектуры
67.07.29 Памятники архитектуры. Мемориальные комплексы
67.07.31 Архитектура интерьера /.../
67.07.33 Синтез искусств в архитектуре

67.01.00 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

67.01.09 История строительства и архитектуры
--

67.23 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

67.23.03 Нормативно-технические основы проектирования
67.23.13 Методология и техника проектных работ
67.23.15 Технические средства с проектировании
67.23.17 Проектно-техническая документация



Рис. 1. Основные тематические блоки раздела «Архитектура» в трёх классификаторах

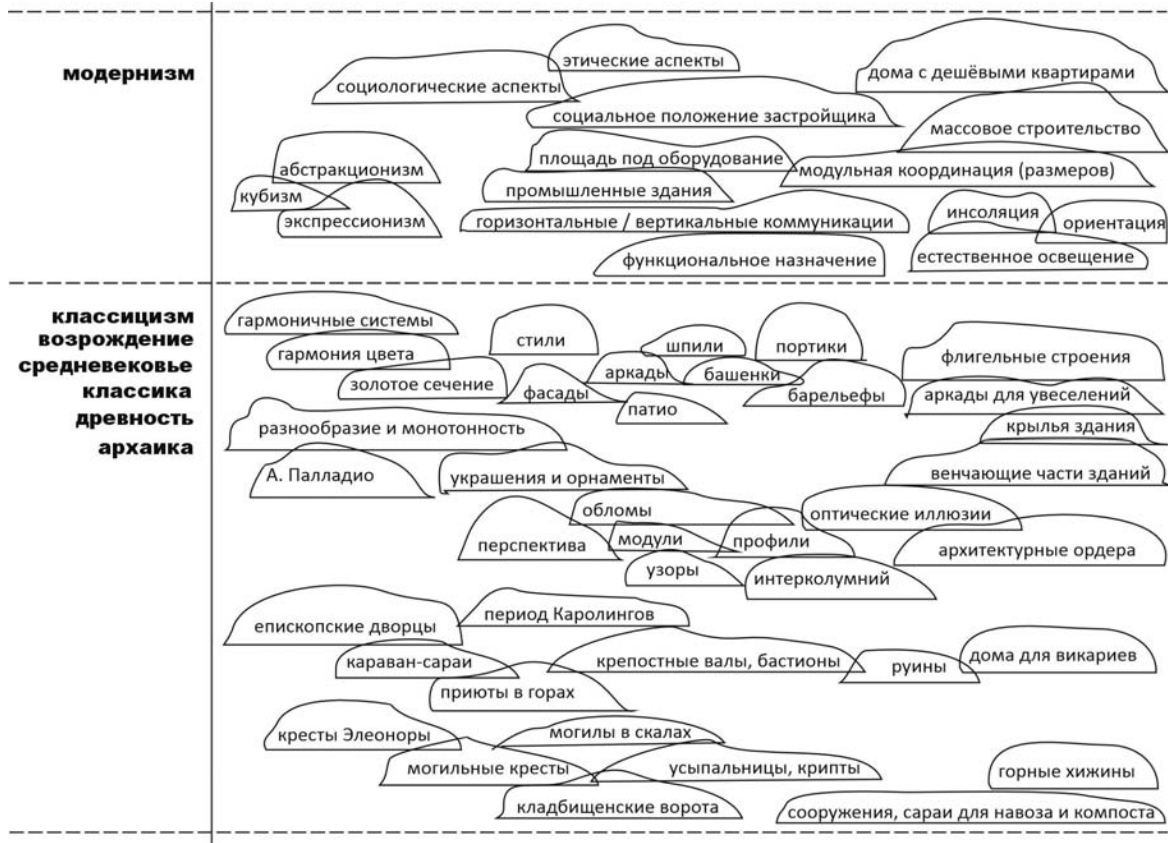


Рис. 2. Лексикон УДК в аспекте культурных эпох. Схема автора статьи

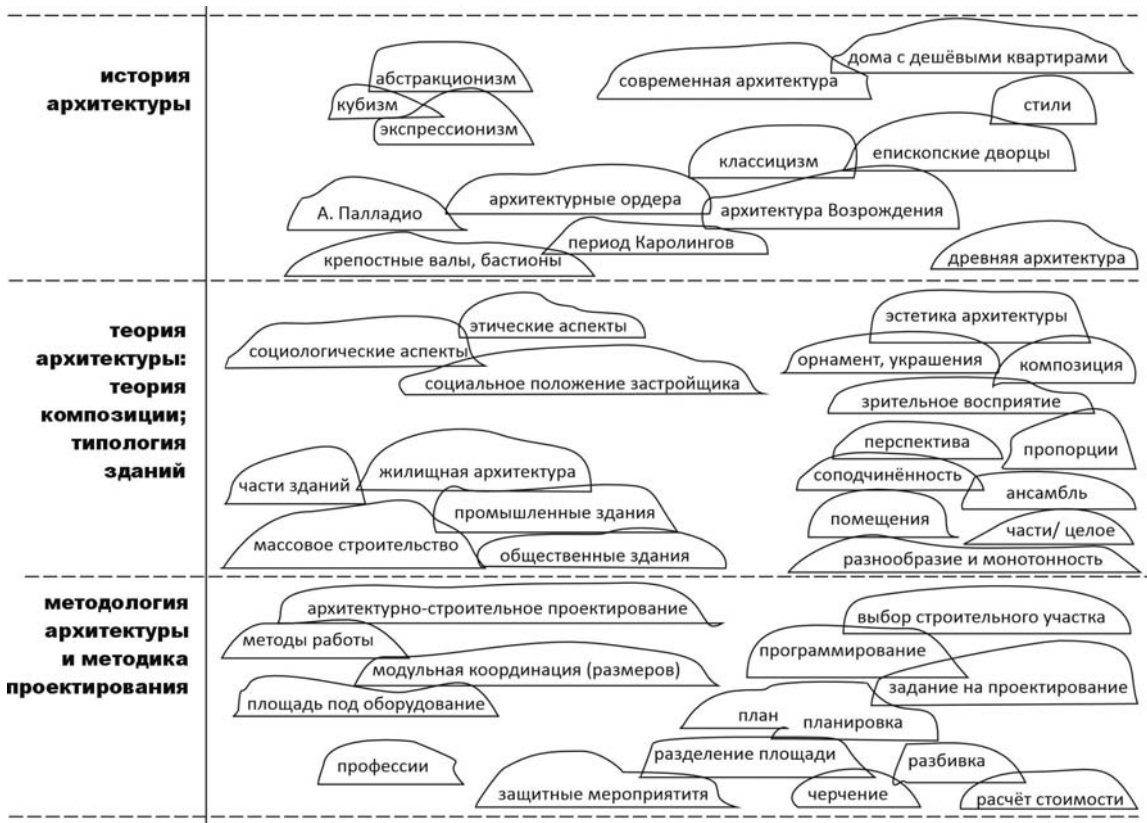


Рис. 3. Лексикон УДК в предметно-дисциплинарном аспекте. Схема автора статьи

Composition...» [Там же]. – то есть «Проектирование. Композиция...». За концептом «дизайн» в русском языке тянется шлейф коннотаций, в данном пункте неуместных; «design» и есть «проектирование». Неточности перевода встречаются и в других местах.

Лексикон классификатора – это конгломерат концептов, характеризующих архитектуру разных эпох: от архаики и древности до модернизма (рис. 2).

Сам факт присутствия в словаре УДК лексем, относимых к архитектуре многих столетий, совершенно естественен для описания древнейшей сферы человеческой деятельности. Неестественно другое. Во-первых, вполне представляя допрофессиональную древность и средневековье («могилы в скалах», «усыпальницы и крипты», «приюты в горах», «караван-сарай», «могильные кресты», «крепости, валы и бастионы»), отдавая заслуженную дань классике, возрождению и классицизму, язык документа не становится богаче, когда речь заходит об архитектуре модернизма, а понятия постмодернистского и последовавших за ним периодов развития архитектуры здесь не встречаются совсем, как и сами концепты «модернизм», «постмодернизм», не говоря уже о «новом модернизме» или «метамодернизме». «Новейшими» понятиями УДК в описании истории являются «кубизм», «экспрессионизм» и «абстракционизм». Архитектуре до XX века классификатор отводит 24 рубрики, а двадцатому веку – лишь четыре. Есть предположение, что со времени выпуска первой русскоязычной версии УДК в 1962 году лексика раздела 72 «Архитектура» существенно, а то и вообще не пересматривалась, не обновлялась.

Нет ничего плохого в том, что человек, пишущий сегодня о «крестах Элеоноры», «горных хижинах», «кладбищенских воротах» или «домах для викариев», сможет атрибутировать свою публикацию с использованием УДК. Но что подумает об архитектурном знании молодой учёный, не найдя в разделе «архитектура» ничего об экологической, «устойчивой» архитектуре, о современных проектных IT-технологиях, об уже не очень новом Новом урбанизме, о средовой архитектуре, об архитектурной семиотике, комплексах смешанного использования, коливингах и кохаузингах и множестве других современных тем?

Во-вторых, за архаичностью языка скрывается подспудно транслируемый УДК и давно уже преодоленный живой теорией и практикой определённый уровень мышления об архитектуре – как смеси классицистских и функционалистских, ранних индустриальных установок и представлений о теории и её роли в практике, о методах проектирования, о ценностях архитектуры и других фундаментально важных вещах. На рисунке 3 представлен анализ языка УДК в разрезе несколько перегруппированных тематических блоков.

История архитектуры, вполне в духе классицистской традиции, представлена как история смены архитектурных стилей. Отражения иных взглядов на логику исторического процесса, а тем более специальной рубрики, вроде «Теории истории архитектуры» (так же, как и «Истории теории архитектуры»),

мы в УДК не найдём. Подраздел «Теория, философия, эстетика архитектуры...» (72.01) предсказуемо тяготеет к теории композиции, к эстетике, к языку классицистского композиционного описания геометрических форм зданий и принципов их композиционной же организации («перспектива», «ансамбль», «соподчинённость», «гармонические системы», «оптические иллюзии»...).

Влияние модернизма проявляется в отсылке к «социологическим и этическим аспектам» архитектуры, к «социальному положению застройщика» (конечно, правильнее было бы говорить о социальном положении конечного пользователя), к функциональным типам зданий и к концептам индустриального, массового строительства. Одна из немногих озвученных в УДК теоретических проблем – «разнообразие и монотонность» – тоже порождена индустриальной эпохой.

Но более всего модернистское, функционалистское, индустриальное мировоззрение повлияло на язык, которым в УДК описываются проектная методология и методика. Если верить УДК, то создание и жизнь архитектурных объектов – это полностью логичный, рациональный процесс чередования подготовительных работ (предпроектных исследований, выбора участка, разработки заданий, программирования), проектирования, строительства, ухода и содержания, износа, разрушения или перестройки и реконструкции зданий. А центральный для архитектора этап проектирования – это такая же рациональная «планировка», «разделение площади», «разбивка», «расчленение пространств и взаимосвязь», «расчёт стоимости»... Очевидно, что вне понятийного поля УДК оказываются все иррациональные, стихийные, эмоциональные, «дионисийские» в противовес «аполлоническим» (по выражению Ф. Ницше) начала в архитектуре.

Язык УДК свидетельствует о том, что упоминание в первом подразделе «философии» архитектуры не получает в тексте классификатора какого-либо содержательного раскрытия помимо отсылок к эстетике и этическим аспектам. При том, что этика трактуется крайне узко – как тема «искажений, подделок, имитаций и плагиата» (72.061), а эстетика целиком подчинена классицистскому видению. Обширная проблематика архитектурного мировоззрения, онтологии и эпистемологии архитектуры в УДК не представлена.

Подчеркнём особенно: УДК вполне позволяет описывать библиографические источники любого содержания с помощью комбинации кодов раздела «архитектура», с разделами «общая теория искусства...», «философия, психология...», «наука и знание» и любыми другими. Но теоретически продвинутые области знания, не довольствуясь такой возможностью, формируют в классификаторах и свои собственные понятийные структуры и языки описаний на стыке с упомянутыми и другими дисциплинами. Такая стратегия нам представляется верной, так как позволяет полно и выигрышно репрезентировать эти области знания, стимулировать их дальнейшее теоретическое развитие.

Заключение

Классификаторы не только помогают позиционировать новые публикации в обширном поле накопленного знания и облегчают поиск информации. Они, преднамеренно или нет, но являются индикаторами состояния областей знания и транслируют это состояние обществу, академической сфере, образованию, а в случае с архитектурой – ещё и профессии.

Так, три рассмотренных классификатора сообщают своим пользователям о наличии в архитектурном знании по меньшей мере четырёх крупных разделов – истории, теории, методологии и типологии. Но делают это не совсем последовательно, нужно приложить усилия для понимания структуры архитектурного знания. Отдельные крупные его фрагменты, например, – философия архитектуры, теория архитектуры, – хотя и поименованы, но в достаточной мере не представлены. А для обнаружения в классификаторах или обозначения с их помощью других сгустков архитектурного знания, скажем, экономики, психологии и экологии архитектуры, архитектурой феноменологии, семиотики, климатологии нужно быть весьма подготовленным пользователем.

Самый развитый структурно и проверенный временем классификатор – УДК, создаёт у читателя ощущение, что лексика раздела «Архитектура» не обновлялась с шестидесятых годов XX века, то есть в УДК история и теория архитектуры закончились более полувека назад. Язык и проблематика архитектуры последних десятилетий в нём не представлены.

Теоретически, методологически и идеологически архитектурная лексика УДК складывается как конгломерат концептов об архитектуре архаики и античности, средневековья, возрождения и классицизма, а также раннего модернизма при явном доминировании классики. Описания объектов и свойств архитектуры, процессов и методов архитектурной деятельности, элементов архитектурного проектирования в УДК довольно бессистемны. Реальная синтетичность архитектуры в единении искусства, строительства, науки, профессии и бизнеса классификатором не передаётся. Акцентируются рациональные, логические компоненты и предпосылки и упускаются интуитивные, субъективные, эмоциональные.

Не желая приукрашивать степень развитости, теоретической зрелости и стройности архитектурного знания, всё же полагаем, что в УДК архитектура предстаёт ещё менее продвинутой, осмысленной, менее связанной с современным обществом и культурой областью мышления и деятельности, чем есть на самом деле.

Не возьмёмся судить о том, кто виноват больше в несовершенстве УДК как хранилища архитектурного знания – Между-

народный консорциум или его российский представитель, но то, что значительная ответственность лежит на самой сфере архитектуры, для нас очевидно. Поскольку возможности влиять на содержание УДК ограничены, стоит обратить внимание архитектурной науки и профессионального сообщества на совершенствование разделов «архитектура» в отечественных классификаторах ББК и ГРНТИ, в целом, разделяющих многие проблемы УДК.

Список источников

1. Кияненко К.В. Российская архитектура в зеркале рубрикаторов и классификаторов академического знания / К.В. Кияненко. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 2. – С. 33–38.
2. ГРНТИ – Государственный рубрикатор научно-технической информации 2007 – 2023. – Текст : электронный. – URL: <https://grnti.ru/> (дата обращения 04.05.2023).
3. Библиотечно-библиографическая классификация – ББК. – Текст : электронный. – URL: <https://bbk.rsl.ru/external/bbk> (дата обращения 04.05.2023).
4. Классификатор УДК Онлайн / Текст : электронный / Научно-издательский центр «Вестник науки» 2017 – 2023. – URL: <https://perviy-vestnik.ru/udc/> (дата обращения 04.05.2023).
5. UDC Consortium. UDC Online. – URL: <https://udc-hub.com/index.php> (дата обращения 04.05.2023). – Текст : электронный.

References

1. Kiyanenکو, K.V. Rossiiskaya arhitektura v zerkale rubrikatorov i klassifikatorov akademicheskogo znaniya [Russian Architecture in the Mirror of Rubricators and Classifiers of Academic Knowledge]. In: *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2022, no 2, pp. 33–38. (In Russ., abstr. in Engl.)
2. GRNTI – Gosudarstvenniy Rubrikator Nauchno-Tekhnicheskoy Informatsii 2007–2023 [State rubricator of scientific and technical information 2007–2023]. URL: <https://grnti.ru/> (accessed 05/04/2023). (in Russ.)
3. Bibliotечно-bibliograficheskaya klassifikatsiya – BБК [Library and Bibliographic Classification – BБК]. URL: <https://bbk.rsl.ru/external/bbk> (Accessed 05/04/2023). (in Russ.)
4. Klassifikator UDK onlain [UDC Online Classifier] / Nauchno-izdatel'skiy tsentr Vestnik nauki 2017–2023 [Scientific and Publishing Center Bulletin of Science 2017–2023]. URL: <https://perviy-vestnik.ru/udc/> (Accessed 05/04/2023). (in Russ.)
5. UDC Consortium. UDC Online. URL: <https://udc-hub.com/index.php> (Accessed 05/04/2023). (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 64–72.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 64–72.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 351:71:711

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-64-72

Наука в пространстве Санкт-Петербурга: становление

Фрезинская Наталия Рахмиэлевна (Москва). Доктор архитектуры, советник РААСН. Отделение научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ Российской академии наук (Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, 3. ОНИР ГИПРОНИИ РАН). Эл. почта: mafre@list.ru

Сергеев Кирилл Игоревич (Москва). Кандидат архитектуры, советник РААСН. Отделение научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ Российской академии наук (Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д. 3. ОНИР ГИПРОНИИ РАН). Эл. почта: kser3333@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена проблемам пространственной организации науки в Санкт-Петербурге XVIII века. Отмечаются особенности ситуации, которая возникает, когда возраст столичного научного центра почти не отстаёт от возраста столицы. Характеризуются важнейшие объекты науки и в их числе – Академия наук и художеств. Становление сети этих объектов рассматривается на фоне развития планировочной структуры города. Отмечено влияние технологии производственных процессов на выбор площадок, пригодных для выполнения исследований.

Градостроительному комплексу, возникшему на базе Академии наук и художеств, уделяется особое внимание. На основании сохранившихся документов реконструируется схема расселения её сотрудников на территории Васильевского острова. Отмечается недостаток денежных средств, необходимых для нового строительства – им объяснялась практика покупки для нужд Академии уже построенных зданий или найма квартир. Подчёркивается постепенное преодоление возникавших трудностей, сопутствовавшее успехам исследовательской деятельности: для науки в городе началось строительство новых зданий, в проектировании которых учёные принимали активное участие.

Ключевые слова: наука, город, городская застройка, Академия наук и художеств, музеи и библиотеки, размещение объектов науки, расселение учёных, учащихся и преподавателей, учебные заведения и производственные предприятия

Для цитирования. Фрезинская Н.Р., Сергеев К.И. Наука в пространстве Санкт-Петербурга: становление // Academia. Архитектура и строительство. – № 4. – С. 64–72. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-64-72.

Science in the Space of Saint-Petersburg: Formation

Frezinskaya Nataliya R. (Moscow). Doctor of Sciences in Architecture, Adviser of RAACS. The Division of Research Works of the State Design and Research Institute of the Russian Academy of Sciences (3, Gubkina Str, Moscow, 119333, Russia. ONIR GIPRONII RAN). E-mail: mafre@list.ru

Sergeyev Kirill I. (Moscow). Candidate of Sciences in Architecture, Adviser of RAACS. The Division of Research Works of the State Design and Research Institute of the Russian Academy of Sciences (3, Gubkina Str, Moscow, 119333, Russia. ONIR GIPRONII RAN). E-mail: kser3333@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the problems of the spatial organization of the science in St. Petersburg of the 18th century. It notes the features of the situation that occurs when the age of the capital's scientific center almost does not lag behind the age of the capital. The most important objects of science are characterized, including the Academy of Sciences and Arts. The formation of the network of these objects is considered against the background of the development of the planning structure of the city. The influence of the technology of production processes on the choice of sites suitable for research is noted. The influence of the

processes of business communication between scientists and the ties united research, educational and industrial activities, was also noted. It is shown that in the period from 1725 to 1805 there was a concentration of objects of science on Vasilyevsky Island.

The picture of the settlement of scientists, students and teachers within the city is considered. The trend of concentration of places of work, education and residence in common territorial areas is analyzed. The creation of separate towns on the basis of the Pharmaceutical Garden, the Naval Cadet Corps and the Glass Factory is shown. The town, which arose on the basis of the Academy of Sciences and Arts, is given special attention. Based on the surviving documents, the scheme of resettlement of its employees on the territory of Vasilyevsky Island is reconstructed. There was a lack of funds needed for new construction - this explained the practice of buying already built buildings for the needs of the Academy or renting apartments. The gradual overcoming of the difficulties that arose, which accompanied the success of research activities, is emphasized: for science in the city, the construction of new buildings began, in the design of which scientists took an active part.

Keywords: science, city, urban development, Academy of Sciences and Arts, museums and libraries, placement of science objects, resettlement of scientists, students and teachers, educational institutions and industrial enterprises

For citation. Frezinskaya N.R., Sergeyev K.I. Science in the Space of Saint-Petersburg: Formation. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 64–72, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-64-72.

XVIII век стал для России порой перемен. Осваивались удалённые территории, строились города, совершенствовалась армия, создавался флот, а отечественная наука способствовала успеху важнейших начинаний и вносила свой вклад в преобразование страны. В Санкт-Петербурге сложился главный центр научных исследований, и это нельзя считать случайностью – уже в первой четверти века здесь размещались правительственные учреждения и резиденция императора, производственные и торговые предприятия, первые типографии, книжные лавки и учебные заведения. На берегах Невы в очаге активной городской жизни создавались объекты, ставшие опорными базами науки – её развитие Пётр I считал делом государственной важности.

Градостроительная практика обогатилась опытом создания крупного научного центра в новом городе. Санкт-Петербург был заложен в 1703 году, а в 1724 году Сенат одобрил «Проект положения об учреждении Академии наук и художеств», и этот «Проект» положил начало формированию Российской

академии наук. Для сравнения: Королевское общество возникло в Лондоне (1660), Парижская академия – в Париже (1668), а Прусская академия – в Берлине (1700). Речь идёт о крупных сложившихся городах, проделавших длинный путь исторического развития.

Санкт-Петербург формировался как столичный город, и, насаждая в нём науку, Пётр следовал европейской традиции. В XVII веке Лондон был столицей Англии, а с 1707 года – Великобритании; Париж – столицей Франции; Берлин – столицей Бранденбургского маркграфства, с 1701 года – Пруссии. Центральной власти нужны были учёные (нередко они выполняли ответственные поручения, например, составляли Генеральную карту России, участвовали в Камчатских экспедициях, выполняли экспертную оценку научных работ) [1, с.102]. Учёные, в свою очередь, нуждались в поддержке власти. Перемещение в Москву двора Петра II – одновременное с перемещением столицы (1728), означало наступление тяжёлых времён для сформировавшегося в Петербурге научного центра. Его хозяйство приходило в упадок, профессорам не платили жалование, и они уезжали из России (1, с. 36). Возвращение двора при Анне Иоанновне (1732) позволило совместить функции столицы и главного научного центра – уже в елизаветинское время он занял достойное место в ряду научных центров Европы.

История петербургской науки начинается с создания музея и библиотеки на базе материалов, привезённых Петром I из (вычеркнуто) заграничной поездки, а также на основе «натуральной Аптекарской канцелярии». В 1714 году открыла свои двери Кунсткамера. Поначалу её коллекции и книги размещались в Летнем дворце, построенном в 1711–1712 годы Доменико Трезини у истока реки Фонтанки, а в 1719 году их перенесли в Кикины палаты, построенные в 1714–1718 годы неподалёку от Смольного двора (предположительно Андреасом Шлютером) [2] (рис. 1). Но уже в 1718 году приступили к проектированию и строительству нового здания Кунсткамеры. В числе его создателей целый ряд выдающихся архитекторов

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



Рис. 1¹. Кикины палаты в районе Смольного двора. Современное фото

того времени – от Георга-Иоганна Маттарнови до Михаила Григорьевича Земцова. Здание расположилось на Васильевском острове рядом со зданием Двенадцати коллегий. Коллекции и книги перенесли сюда в 1726 году уже после смерти Петра. Так сформировалось первое в нашей стране учреждение, объединившее в своём составе выставочные залы и библиотеку, лаборатории, анатомический театр, обсерваторию, а также мастерские, где изготавливали чучела и манекены.

В 1713–1714 годы в Санкт-Петербурге, на острове, расположенном в северной части Невской дельты, разбили Аптекарский огород. Первые жители столицы называли остров Диким, потом – Лесным и Вороньим, позднее – Аптекарским. Предполагают, что распоряжение о создании огорода было дано Петром I. На территории огорода выращивали лечебные травы, которые использовались в медицине. Уже в первой половине XVIII века здесь было несколько сот растений, происходивших из азиатских стран и неизвестных науке: директор (Иоанн Георг Сигизбек) давал им имена. Выполнялись опыты «относительно действия растений и их размножения». С 1730-х годов огород всё чаще называли Аптекарским или Медицинским садом, а в 1798 году он стал Ботаническим садом [3, с. 76].

В 1701 году в Москве была создана Школа навигацких и математических наук. Переведённая в Санкт-Петербург (1715), она стала основой Морской академии. Подобно Кунсткамере, академия разместилась в бывших владениях А.В. Кикина – на том месте, где позднее В.В. Растрелли построил Зимний дворец для Анны Иоанновны. В 1732 году было принято решение о переводе Академии на новое место: императрица пожаловала ей каменный дом князя Алексея Долгорукова «со всем, что в нём имеется». Дом находился на Васильевском острове, на набережной Большой Невы. В 1743 году Елизавета Петровна отвела для Морского кадетского корпуса (так теперь называлась академия) бывший дом Х.А. Миниха, расположенный на набережной неподалёку [4, с. 83–119]. В 1771 году после пожара корпус пришлось перевести в Кронштадт, а в 1796-ом Павел I вернул его в Санкт-Петербург на старое место. Дом Миниха отремонтировали, расширили и застроили участок. Работами руководил архитектор Ф.И. Волков. К концу века в городе сложился один из наиболее значимых архитектурных комплексов. Высшее учебное заведение, разместившееся на его территории, готовило кадры для русского флота и одновременно было центром научных работ: преподаватели становились авторами книг, участниками экспедиций, составителями карт, редакторами и переводчиками. Это было первое на петербургской земле высшее техническое учебное заведение [5].

В 1725 году на Петербургском острове в бывшем доме П.П. Шафирова, реконструированном Б.К. Растрелли и его сыном В.В. Растрелли, состоялось первое заседание Академии наук и художеств, в ведение которой передали Кунсткамеру с библиотекой. В 1727 году произошёл переезд Академии в отремонтированный дворец покойной царицы Прасковьи

Фёдоровны, построенный Гаэтано Киавери на Стрелке Васильевского острова, а в 1748 году на 2-й линии возвели каменное здание, специально предназначенное для ведения лабораторных исследований (рис. 2). Речь идёт о Химической лаборатории, созданной и оборудованной по чертежам М.В. Ломоносова [6] (рис. 3). В 1783–1789 годы Джакомо Кваренги возвёл на том же Васильевском острове главное здание Академии, и она переместилась сюда из бывшего дворца Прасковьи Фёдоровны.

В 1765 году в городе было организовано Императорское Вольное экономическое общество (ВЭО), работу которого поддерживала Екатерина II. Появилась первая в стране научная и просветительская организация, в задачи которой входило изучение отечественного земледелия и содействие его развитию. Устав общества опирался на неоконченный проект М.В. Ломоносова («Мнение об учреждении Государственной Коллегии земского домоустройства»). Согласно Уставу, проведение исследований сопровождалось распространением новых технологий сельскохозяйственного производства, их внедрением в реальную практику [7]. Проводились кампании по сбору статистических сведений о хозяйственной жизни



Рис. 2. Кунсткамера и дворец царицы Прасковьи Федоровны



Рис. 3. Химическая лаборатория М.В. Ломоносова

страны, очерки и отчёты публиковались в «Трудах ВЭО». Были организованы публичные лекции, устраивались сельскохозяйственные выставки. Первые заседания общества происходили в доме графа Г.Г. Орлова на Васильевском острове. К 1775 году Ж.Б. Валлен-Деламотом для этого общества было построено собственное здание на углу Невского проспекта и Дворцовой площади. Позднее оно было перестроено и вошло в архитектурный комплекс Главного штаба.

В 1773 году в Санкт-Петербурге открылось Горное училище – первое профильное высшее учебное заведение, готовившее специалистов для горнозаводского производства. Училище разместили в двух зданиях, выкупленных у графа П.Б. Шереметева, – они располагались на углу, образованном набережной Большой Невы и 22-й линией Васильевского острова (позднее докупили ещё два здания). По инициативе И.М. Ренованца (одного из первых преподавателей училища) создали учебный рудник и лаборатории. М.Ф. Соймонов (директор училища) организовал поездки студентов в Англию, Германию и Венгрию (для изучения горного дела), установил научные контакты с Фрайбергской горной академией, возглавил издательство, выпускавшее переводы трудов по горному делу. Екатерина II отпускала денежные средства на пополнение библиотеки, покупку инструментов и работу Минералогического кабинета. В 1804 году училище преобразовали в Горный кадетский корпус. А.Н. Воронихин начал строительство для него нового здания [8].

В 1783 году Екатерина подписала указ об организации Российской академии, призванной изучать гуманитарные науки и, как значилось в Уставе, «иметь предметом своим вычищение и обогащение русского языка, общее установление употребления слов оного, свойственное оному витийство и стихотворение» [9]. Инициатором указа была Е.Р. Дашкова – директор Академии наук и художеств, ставшая в то же время председателем нового научного учреждения, заседания которого проводились первоначально в конференц-зале Петербургской академии на Васильевском острове и в загородном доме Дашковой на Петергофской дороге. В 1786 году в Московской части, на берегу Фонтанки, для Российской академии приобрели и отремонтировали собственное здание, при нём создали Ботанический сад с теплицами. Но в 1796 году по распоряжению Павла I и здание, и сад были конфискованы. Новое здание построили на 1-ой линии Васильевского острова только в 1802–1804 годы.

В 1798 году Павел I подписал указ о создании Медико-хирургического училища (с 1799 года – академии). Базой послужили существовавшие в петровские времена Адмиралтейский и Сухопутный госпитали, которые вместе со своими школами, открывшимися в 1773 году и объединившимися в Главное врачебное училище в 1786-ом, размещались на Выборгской стороне в Госпитальной слободе. Академия заняла здание, построенное в конце XVIII века Антонио делла Порта. Здесь развернулась активная научная, учебная и лечебная деятельность, издавались учебники, шла подготовка

преподавателей, которым предстояла работа в российских университетах [10].

Кунсткамера, Аптекарский огород, Морская академия, Академия наук и художеств, Химическая лаборатория, Императорское вольное экономическое общество, Горное училище, Российская академия, Медико-хирургическое училище – так выглядит перечень основных городских объектов Санкт-Петербурга, в которых в XVIII веке проводились научные исследования. Речь идёт об объектах науки, не одинаковых по своему назначению: для одних выполнение исследовательских работ становилось главной задачей, в других – сочеталось с иными видами деятельности, необходимыми Российскому государству. Поэтому в нашем перечне Российская академия соседствует с Аптекарским огородом и Медико-хирургическим училищем.

В те времена формирование материальной базы науки требовало больших денежных затрат, весомых в бюджете не только нового города, но и всей России в целом. Деньги приходилось экономить. Не удивительна реакция царя на проект организации Морской академии, составленный в 1715 году Сент-Илером – первым её директором. Он требовал строительства для училища особого здания, полагая, что назначенные государем Кикины палаты неудобны. Ознакомившись с проектом, Пётр I написал: «Учинить на Кикина дворе, а вновь делать трудно» [4, с. 39].

Как правило, на первых порах для размещения новых учреждений использовались здания, которые были взяты в казну после смерти собственников (дворец царицы Прасковьи Федоровны), принадлежали деятелям, попавшим в опалу (дома П.П. Шафирова, Х.А. Миниха) или казнённым (палаты А.В. Кикина). Иногда новые учреждения начинали свою работу под крышей уже существующих, а также в домах своих руководителей (здание Академии наук и художеств, дом Е.Р. Дашковой). При таком подходе к делу размещение учреждений могло стать бессистемным. Санкт-Петербург строился на островах, разделённых обширными водными пространствами, а постоянных мостов поначалу не было. Случалось, что в непогоду академики не могли приехать на заседания Академии, и тогда заседания приходилось откладывать.

Формирование сети городских объектов, становившихся местами работы учёных, сдерживалось неопределённостью перспектив развития города. Согласно первому генеральному плану Санкт-Петербурга, разработанному «генерал-архитектором» Жан-Батистом Леблоном в 1717 году, центральным районом новой столицы должен был стать Васильевский остров – там предполагалось построить царскую резиденцию, именно там, на Васильевском острове с 1710 года размещался дворец светлейшего князя А.Д. Меншикова. План Леблona вызвал критику, и в плане, составленном в 1738 году «Комиссией о Санкт-Петербургском строении», центр города перемещался в Адмиралтейскую часть. Согласно плану М.И. Махаева, изданному Академией наук в 1753 году, композиционной основой городской

застройки становились три луча, которые стягивались к Адмиралтейству [11, с. 73].

Путь исторического развития, пройденный Санкт-Петербургом в XVIII веке, привёл к формированию на берегах Невы расчленённого планировочного центра, доминантами которого стали Адмиралтейство, Петропавловская крепость и позднее – биржа на Васильевском острове. Особое место в сложившейся системе доминант занял научный центр, возникший на базе Академии наук и художеств – Кунсткамера была (и продолжает быть!) символом Академии (теперь – Российской академии наук). Достижением градостроителей явилась регулярная планировка города. Уже в петровские времена дома выносились на красные линии улиц, мощённых камнем. Вдоль них высаживались деревья, устраивались кюветы, обеспечивалось ночное освещение [12, с. 348]. Составление генеральных планов и совершенствование городской среды создавали благоприятные условия для развития науки: размещение её объектов все более отчётливо отражало закономерности пространственной организации исследовательской деятельности.

При выборе площадок, пригодных для проведения исследований, учитывались особые требования производственных процессов. Так, например, Морская академия должна была работать «у воды», и этим в немалой степени объяснялся выбор Кикиных палат, домов Долгорукова и Миниха, и, позднее, Кронштадта для размещения её (позднее – Морского кадетского корпуса) подразделений. А Стекольную фабрику с лабораторией неслучайно построили в Усть-Рудице, на удалении от города (рис. 4). Определяя место строительства, М.В. Ломоносов исходил из необходимости обеспечить близость леса, служащего источником топлива, наличие песка (составляющей части стекла) и реки, на которой можно поставить мельницу, приводящую в движение шлифовальные станки [13].

На рисунке 5 показана сеть академий и других объектов науки, расположенных на территории Санкт-Петербурга (по состоянию на 1725 и 1805 годы). Число объектов росло, отражая успехи исследовательской деятельности, при этом менялась конфигурация сети. Новые участки городской территории становились местами работы учёных (например, Горное училище на Васильевском острове (1773) или Медико-хирургическое училище (позднее – академия) на Выборгской стороне (1798). Другие участки изменяли назначение (на Адмиралтейском острове, где до 1732 года работала Морская академия, начали строительство Зимнего дворца для Анны Иоанновны). И только Аптекарский огород (Ботанический сад) продолжал работу на своём острове.

Сопоставление двух картин пространственной организации сети объектов науки свидетельствует о концентрации этих объектов на территории Васильевского острова. Для этого существовали веские причины. Условием продуктивной научной работы была доступность книг, рукописей и научных коллекций. Л.Л. Блюментрост (первый президент

Академии наук и художеств лейб-медик Петра I) писал императрице Екатерине I о необходимости достроить дом под Библиотеку и Кунсткамеру поблизости от дворца Прасковьи Фёдоровны, поскольку «... весьма поистине Библиотеке не можно в расстоянии быть от Академии, понеже учительным не меньше нужды в книгах, как мастеровым в инструментах» [14, с. 82]. Условием продуктивной работы была также возможность личных контактов между учёными. В городе формировалось научное сообщество, члены которого активно взаимодействовали друг с другом, обсуждая проведённые исследования, критикуя их результаты или соглашаясь с ними. Развивались связи между представителями различных отраслей знания. М.В. Ломоносов вспоминал, как «часто требует астроном механикова и физикова совета, ботаник и астроном – химикова» [15, с. 57]. Возможность делового общения зависела от расстояний, разделяющих учёных, и концентрация объектов науки обуславливалась необходимостью сокращать расстояния.

Проект, рассмотренный Сенатом в 1724 году, предусматривал «... такое здание учинить, чрез которое бы не токмо слава сего государства для размножения наук нынешнем временем разпространилась, но и чрез обучение и розпложение оных польза в народе впредь была» [14, с. 56–57]. Таким образом, задача взаимосвязанного развития науки и образования применительно к ведущему научному учреждению страны ставилась уже в петровское время: с Академией были созданы Гимназия и Университет. Их работа затруднялась малым числом молодых людей, готовых стать учениками и студентами, – сказывался невысокий уровень развития начальной школы в Российском государстве.

Тем не менее дело постепенно продвигалось. М.В. Ломоносов, опекавший Гимназию и Университет (в 1750-е и в начале 1760-х годов), принимал живое участие в организации учебного процесса, а в своей Химической лаборатории знакомил студентов с методикой и практикой проведения экспериментально-производственных работ. Именно здесь, в Химической лаборатории он прочитал курс физической химии (1752–1753) [16]. После смерти Ломоносова (1765) для академических учебных заведений настали сложные времена. В 1770-е годы их объединили в составе Училища академии, которое было закрыто в 1805-ом. Однако накопленный опыт



Рис. 4. Стекольная фабрика с лабораторией в Усть-Рудице

оказался полезным при организации Санкт-Петербургского императорского университета, открытого в 1819 году в здании Двенадцати коллегий.

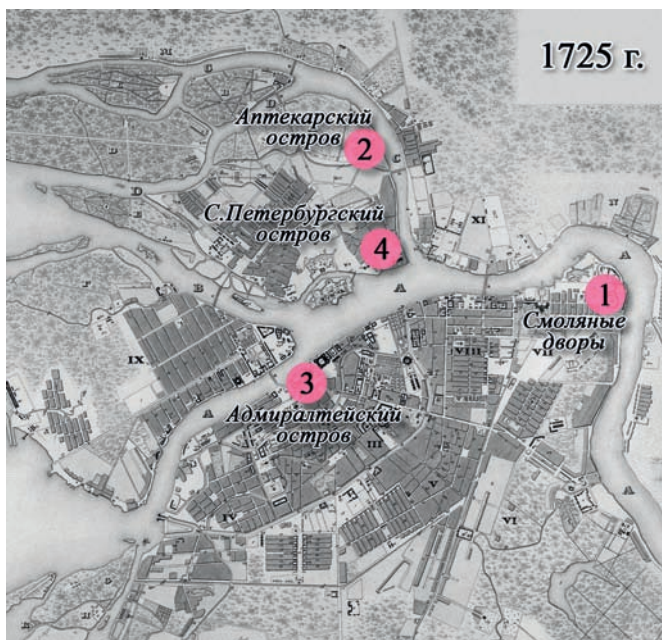
Наука делала первые шаги по тому пути, который привёл к взаимосвязанному развитию исследовательской и производственной деятельности. Одной из задач, поставленных перед учёными Проектом Академии наук и художеств, стало «улучшение оснащения производств и ремёсел»: академики должны были совершенствовать машины и инструменты, выполнять экспертизу изобретений и проводить исследования по заданию правительства. Движение в этих направлениях не сразу привело к реальным результатам. С одной стороны, учёные, ведущие теоретические исследования, утверждали, что необходимо время, позволяющее плодам, созревающим «на древе науки», приносить пользу человечеству. С другой стороны, многие сенаторы считали Академию бесполезным учреждением и не хотели тратить деньги на её содержание.

Однако уже в конце 1720-х годов началась организация академических мастерских, а с середины 1730-х А.К. Нартов (выдающийся учёный и изобретатель) приступил к работе в Академии – он объединил мастерские под управлением лаборатории механических и инструментальных наук [17]. В Петергофе восстановили сгоревшую в пожаре камнерезную «мельницу»; машины для неё были изготовлены по проекту И. Брукнера на Сестрорецком заводе. В 1741 году Академия передала эту мельницу Канцелярии от строений. А Стекольную

фабрику с лабораторией, построенную в Усть-Рудице, можно рассматривать как прообраз современного научно-производственного комплекса – здесь в заводских условиях М.В. Ломоносов разрабатывал технологию производства силикатов и фарфора [1, с. 92].

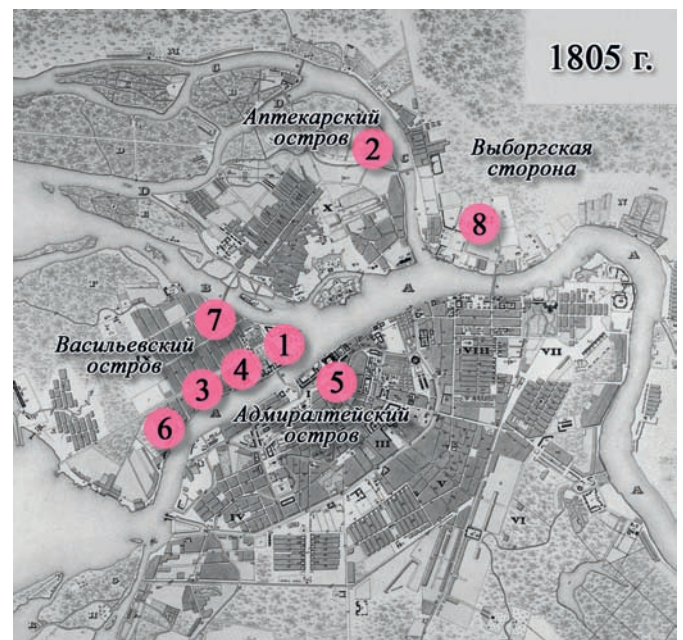
Развитие науки, образования и производства заставляло решать проблемы расселения учёных, тем более что среди них (особенно на первых порах) преобладали приезжие, не имеющие в городе своего жилья. Пётр I считал необходимым строительство зданий для нужд Академии наук и художеств, в том числе жилых зданий. Однако и в петровское время, и позднее новое строительство затруднялось отсутствием достаточных денежных средств: приходилось снимать квартиры или покупать уже построенные дома.

В городе активно проявляла себя тенденция сосредоточения мест работы, обучения и проживания в единых территориальных ареалах. Проявлением тенденции было создание отдельных городков, объединяющих объекты науки, учебные заведения и производственные предприятия с «домами для житья»: в этом случае получала удачное решение проблема передвижений. В Аптекарском огороде оранжереи и лаборатория соседствовали с деревянными строениями, где размещались квартиры директора, садовника и аптекарских служителей [3, с. 72–92]. На первом этапе своего развития Академия наук и художеств, открывшаяся на Петербургском острове, образовала градостроительный комплекс. В доме



а)

- 1 – Кунсткамера;
- 2 – Аптекарский огород (с 1730-х годов – Аптекарский или Медицинский сад);
- 3 – Морская академия (с 1752 года – Морской кадетский корпус);
- 4 – Академия наук и художеств (с 1803 года – Императорская академия наук);



б)

- 5 – Императорское вольное экономическое общество;
- 6 – Горный кадетский корпус;
- 7 – Российская академия;
- 8 – Медико-хирургическая академия

Рис. 5. Сеть объектов науки на территории Санкт-Петербурга. Исполнено Е.И. Емельяненко на основе [11] и «Плана Петербурга 1799 года»: а) в 1725 году; б) в 1805 году

П.П. Шафирова расположились зал заседаний, квартиры академиков и служебные помещения; в доме Н.М. Зотова (потом – И.П. Строева) – канцелярия; в доме М.П. Гагарина – квартиры академиков, приехавших с семьями [14, с. 80]. При расширении Морского кадетского корпуса, расположенного в доме Миниха, воспитанники, жившие до этого «на обывательских квартирах», переселялись частично в каменный дом и частично – во вновь построенные деревянные флигели, расположившиеся неподалёку от учебных классов. Предпринимались попытки купить дома в районе 11-й и 12-й линий для расселения преподавателей. [4, с. 124–131]. В Усть-Рудице фабричные строения, мельница и рабочий посёлок располагались на левом берегу запруды, правый берег которой стал местом строительства одноэтажного дома, занимаемого М.В. Ломоносовым, а также примыкающих к этому дому флигелей, где размещались лаборатория и мастерская [13].

Стоит рассказать о научном центре, сложившемся в восточной части Васильевского острова, там, где работала Академия наук и художеств. Данные о месте жительства группы профессоров, адъюнктов и прочих сотрудников приводятся в Реестре, составленном в 1735 году [14, с. 139–143] Упомянут 31 человек; в их числе: профессора Л. Эйлер, Г. Миллер, И. Дювернуа, Г. Крафт, Г. Юнкер; экстраординарный профессор Х. Винсгейм, адъюнкты В. Адодуров, И. Фишер, преподаватели Г. Гзелль, К. Шеслер. Схема расселения на Васильевском острове, составленная в соответствии с содержанием Реестра, показана на рисунке 6. На острове разместились дома и квартиры 29-и человек (за его пределами жили только двое: один – на Адмиралтейском острове, другой – на Петербургском). На плане нами выделены: I район (1-я, 2-я, 3-я, 4-я линии – 18 чел.); II район (5-я, 6-я, 7-я линии – 5 чел.); III район (8-я, 9-я, 10-я линии – 5 чел.); IV район (зона Гостиного двора – 1 чел.) Очевидна концентрация сотрудников в I районе, расположенном недалеко от главного здания Академии.

Представляет интерес участок, расположенный между 1-й и 2-й линиями Васильевского острова. На участке размещался так называемый Бонов дом (одноэтажный, деревянный на каменном подвале), арендованный в 1736 году, а потом купленный Академией у Карла фон Бреверна (1739). В доме, недалеко от нынешнего Тучкова моста, с 1741 по 1757 год жил М.В. Ломоносов, построивший по соседству Химическую лабораторию. На том же участке находился Ботанический сад (огород) Академии, а около него – группа жилых домов, которые часто называли «Боновы».

Таким образом, на Васильевском острове сложился развитый градостроительный комплекс. Многие его компоненты в настоящее время уже утеряны. Не существуют Бонов дом и Химическая лаборатория. На месте Морской академии создана Академия художеств, а на месте снесенного дворца Прасковьи Федоровны возник Зоологический музей. Однако сохранилось главное здание Академии, построенное Кваренги, а также Кунсткамера (сегодня их занимают учреждения Санкт-Петербургского отделения РАН) (рис. 7).

Подводя итоги нашего исследования, надо сказать, что на протяжении всего XVIII века в Санкт-Петербурге происходило расширение пространства, предназначенного для организации исследовательской деятельности, а сама исследовательская деятельность, успешно развиваясь, ставила перед городом новые задачи. Для выполнения научных работ недостаточно стало использовать существовавшие здания – началось строительство новых зданий, в проектировании которых учёные принимали самое активное участие.

Трансформация сети объектов науки соответствовала потребностям и закономерностям её развития. Учитывались технологические требования производственных процессов: ими подчас обуславливался выбор участков, пригодных для размещения исследовательских подразде-

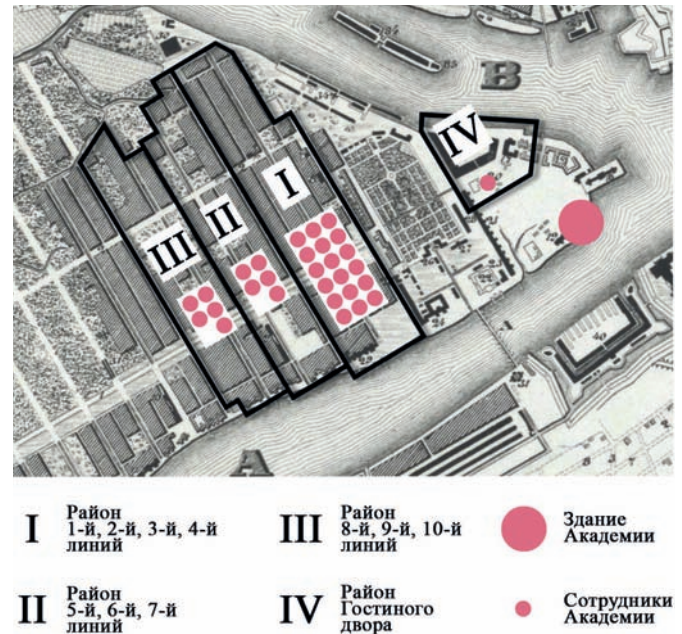


Рис. 6. Расселение группы сотрудников Академии наук и художеств на Васильевском острове в 1735 году. Исполнен Е.И. Емельяненко на базе «Плана Петербурга 1738 г.» (https://www.aroundspb.ru/karty/377/spb_1700_1840.html#1738)



Рис. 7. Учреждения Санкт-Петербургского отделения РАН на Васильевском острове (источник: https://petropolisnevensis.files.wordpress.com/2013/09/ran_kunst001-tif2.jpg)

лений. Происходила концентрация научных учреждений и учебных заведений на Васильевском острове, что обеспечивало возможности делового общения учёных, их участия в образовательной деятельности, а также удобные связи с библиотеками, музеями и мастерскими, необходимыми для выполнения теоретических и экспериментальных исследований. На территории города и в его ближайшем окружении создавались городки, становившиеся прообразом современных научных, научно-образовательных и научно-производственных центров.

Список источников

1. Комков, Г.Д. Академия наук СССР : Краткий ист. очерк : В 2-х томах : Т. 1: 1724–1917 / Г.Д. Комков, Б.В. Левшин, Л.К. Семенов. – Москва : Наука, 1977. – 383 с. – Текст : непосредственный.
2. Кикины палаты / Текст : электронный // KUDAGO. – URL: <https://kudago.com/spb/place/kikiny-palaty/> (дата обращения 13.08.2023).
3. Императорский С.-Петербургский Ботанический Сад за 200 лет его существования (1713–1913) : В 3-х частях. – Часть 1 – Юбилейное издание, составленное членами сада под главную редакцию А.А. Фишера-фон-Вальдгейма. – Петербург, 1913. – 900 с. – URL: https://archive.org/details/libgen_00888424 (дата обращения 13.08.2023). – Текст : электронный.
4. Веселаго, Ф.Ф. Очерк истории Морского кадетского корпуса с приложением списка воспитанников за 100 лет / Ф.Ф. Веселаго. – Санкт-Петербург : Типография Морского кадетского корпуса, 1852 г. – URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/26006-veselago-f-f-ocherk-istorii-morskogo-kadetskogo-korpusa-s-prilozheniem-spiska-vospitannikov-za-100-let-spb-1852#mode/inspect/page/3/zoom/4> (дата обращения 13.08.2023). – Текст : электронный.
5. Лалаев, М.С. Исторический очерк военно-учебных заведений, подведомственных Главному их Управлению. Часть 1. 1700–1825 гг. / Лалаев М.С. – URL: http://www.ruscadet.ru/history/rkk_1701_1918/common/lalaev-guvuz/lalaev-guvuz.htm (дата обращения 13.08.2023). – Текст : электронный.
6. Химическая лаборатория М.В. Ломоносова / Текст : электронный // Санкт-Петербургский государственный университет. Институт химии. Официальный сайт. – URL: <https://chem.spbu.ru/home/the-institute/118-aboutus/2993-khimicheskaya-laboratoriya-m-v-lomonosova.html> (дата обращения 24.04.2023).
7. Лукичев, П.Н. Императорское вольное экономическое общество и его роль в развитии сельского хозяйства в России (к 250-летию ИВЭО) / П.Н. Лукичев. – Текст : электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imperatorskoe-volnoe-ekonomicheskoe-obschestvo-i-ego-rol-v-razviti-i-selskogo-hozyaystva-rossii-k-250-letiyu-iveo> (дата обращения 31.05.2023).
8. Прудинская, Л.В. Из истории Горного института (1773 – конец XIX в.) / Л.В. Прудинская. – Текст : электронный // XI Открытые слушания «Института Петербурга» : Ежегодная конференция по вопросам петербурговедения. 9–11 января 2004 г. – Санкт-Петербург, 2004. – URL: https://institutspb.ru/pdf/hearings/11-08_Prudinskaya.pdf (дата обращения 26 апреля 2023).
9. «Из краткого начертания Императорской Российской академии, составленного Е.Р. Дашковой» // Доклад княгини Е.Г. Дашковой Императрице Екатерине II об учреждении Российской Академии. Август 1783 года. – URL: https://www.vostlit.info/Texts/Dokumenty/Russ/XVIII/1780-1800/Daskova_E_R/akademia_nauk_1783.htm (дата обращения 28.04.2023). – Текст : электронный.
10. Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова. Официальный сайт. – URL: <https://vmeda.mil.ru/O-VUZe/Istoriya> (дата обращения 30.04.2023). – Текст : электронный.
11. Шкварикив, В.А. Очерк планировки и застройки русских городов / В.А. Шкварикив. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954. – 204 с. – Текст : непосредственный.
12. Бунин, А.В. История градостроительного искусства : В 2-х томах : Том 1 / А.В. Бунин. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953. – 532 с. – Текст : непосредственный.
13. «Литературная карта России». Усадьбы Ломоносова в Усть-Рудице и на Большой морской улице / Текст : электронный // В Контакте : Буква. – URL: <https://vk.com/@bukva57-literaturnaya-karta-rossii-usadby-lomonosova-v-ust-rudice-i> (дата обращения 10.07.2023).
14. Копелевич, Ю.Х. Основание Петербургской академии наук. Академия наук СССР. Институт истории естествознания и техники / Ю.Х. Копелевич. – Ленинград : Наука. Ленинградское отделение, 1977. – 211 с. – Текст : непосредственный.
15. Ломоносов, М.В. Записка о необходимости преобразования Академии Наук. 1758–1759 / М.В. Ломоносов. Полное собрание сочинений : в 11 томах : Том 10. – Москва–Ленинград : АН СССР, 1957. – 934 с. – Текст : непосредственный.
16. Химическая лаборатория / Текст : электронный // Михаил Васильевич Ломоносов : М.В. Ломоносов и его время. – URL: <https://www.ras.ru/lomonosov/29bfeb71-490b-4899-8068-d7a1d3d57f2d.aspx> (дата обращения 06.06.2023).
17. Андрей Константинович Нартов / Текст : электронный // В Контакте : МГТУ «СТАНКИН». – URL: https://vk.com/@msut_stankin-andrei-konstantinovich-nartov (дата обращения 16.07.2023).

References

1. Komkov G.D., Levshin B.V., Semenov L.K. Akademiya nauk SSSR : Kratkii istoricheskii ocherk [Academy of Sciences of the USSR: Brief History. Essay], In 2 volumes: Vol. 1: 1724–1917. Moscow, Nauka Publ., 1977, 383 p. (In Russ.)
2. Kikiny palaty [Kikin Chambers]. KUDAGO. URL: <https://kudago.com/spb/place/kikiny-palaty/> (Accessed 08/13/2023). (In Russ.)

3. Imperatorskii S.-Peterburgskii Botanicheskii Sad za 200 let ego sushchestvovaniya (1713–1913) [Imperial St. Petersburg Botanical Garden for 200 Years of Its Existence (1713–1913)], in 3 parts. Part 1. Yubileinoe izdanie, sostavlennoe chlenami sada pod glavnoyu redaktsiyeyu A.A. Fishera-fon-Val'dgeima [Anniversary Edition Compiled by Members of the Garden under the Chief Editorship of A.A. Fischer-von-Waldheim]. St. Petersburg, 1913, 900 p. URL: https://archive.org/details/libgen_00888424 (Accessed 08/13/2023). (In Russ.)
4. Veselago F.F. Ocherk istorii Morskogo kadetskogo korpusa s prilozheniem spiska vospitannikov za 100 let [Essay on the History of the Naval Cadet Corps with a List of Pupils for 100 Years]. St. Petersburg, Tipografiya Morskogo kadetskogo korpusa [Printing house of the Naval Cadet Corps], 1852 g. URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/26006-veselago-f-f-ocherk-istorii-morskogo-kadetskogo-korpusa-s-prilozheniem-spiska-vospitannikov-za-100-let-spb-1852#mode/inspect/page/3/zoom/4> (Accessed 08/13/2023). (In Russ.)
5. Lalaev M.S. Istoricheskii ocherk voenno-uchebnykh zavedenii, podvedomstvennykh Glavnomu ikh Upravleniyu. Chast' 1. 1700–1825 gg. [Historical Sketch of Military Educational Institutions Subordinate to Their Main Directorate. Part 1. 1700–1825]. URL: http://www.ruscadet.ru/history/rkk_1701_1918/common/lalaev-guvuz/lalaev-guvuz.htm (Accessed 08/13/2023). (In Russ.)
6. Khimicheskaya laboratoriya M.V. Lomonosova [Chemical Laboratory M.V. Lomonosov]. Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi universitet. Institut khimii. Ofitsial'nyi sait [St. Petersburg State University. Institute of Chemistry. Official site]. URL: <https://chem.spbu.ru/home/the-institute/118-aboutus/2993-khimicheskaya-laboratoriya-m-v-lomonosova.html> (Accessed 04/24/2023). (In Russ.)
7. Lukichev P.N. Imperatorskoe vol'noe ekonomicheskoe obshchestvo i ego rol' v razvitii sel'skogo khozyaistva v Rossii (k 250-letiyu IVEO) [Imperial Free Economic Society and Its Role in the Development of Agriculture in Russia (to the 250th Anniversary of IVEO)]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imperatorskoe-volnoe-ekonomicheskoe-obschestvo-i-ego-rol-v-razvitii-selskogo-hozyaystva-rossii-k-250-letiyu-iveo> (Accessed 05/31/2023). (In Russ.)
8. Prudinskaya L.V. Iz istorii Gornogo instituta (1773 – konets XIX v.) [From the History of the Mining Institute (1773 – the End of the 19th Century)]. In: *XI Otkrytye slushaniya «Instituta Peterburga»* [XI Open hearings of the "Institute of St. Petersburg"], Annual conference on issues of St. Petersburg studies. January 9–11, 2004, St. Petersburg. URL: https://institutspb.ru/pdf/hearings/11-08_Prudinskaya.pdf (Accessed 04/26/2023). (In Russ.)
9. «Iz kratkogo nachertaniya Imperatorskoi Rossiiskoi akademii, sostavlenogo E.R. Dashkovoi» [“From a brief outline of the Imperial Russian Academy, compiled by E.R. Dashkova”]. In: *Doklad knyagini E. G. Dashkovoi Imperatritse Ekaterine II ob uchrezhdenii Rossiiskoi Akademii. Avgust 1783 goda* [Report of Princess E. G. Dashkova Empress Catherine II on the establishment of the Russian Academy. August 1783]. URL: https://www.vostlit.info/Texts/Dokumenty/Russ/XVIII/1780-1800/Daskova_E_R/akademia_nauk_1783.htm (Accessed 04/28/2023). (In Russ.)
10. Voенно-meditsinskaya akademiya imeni S.M. Kirova. Ofitsial'nyi sait [Military Medical Academy Named after S.M. Kirov. Official site]. URL: <https://vmeda.mil.ru/O-VUZe/Istoriya> (Accessed 04/30/2023). (In Russ.)
11. Shkvarikov V.A. Ocherk planirovki i zastroiki russkikh gorodov / V.A. Shkvarikov [Essay on the Planning and Development of Russian Cities]. Moscow, State publishing house of literature on construction and architecture, 1954, 204 p. (In Russ.)
12. Bunin A.V. Istoriya gradostroitel'nogo iskusstva [History of Urban Planning Art], in 2 volumes, Vol. 1. Moscow, State publishing house of literature on construction and architecture, 1953, 532 p. (In Russ.)
13. «Literaturnaya karta Rossii». Usad'by Lomonosova v Ust'-Ruditse i na Bol'shoi morskoi ulitse [“Literary Map of Russia”. Lomonosov's Estates in Ust-Ruditsa and Bolshaya Morskaya Street]. V *Kontakte*. Bukva. URL: <https://vk.com/@bukva57-literaturnaya-karta-rossii-usadby-lomonosova-v-ust-rudice-i> (Accessed 07/10/2023). (In Russ.)
14. Kopelevich Yu.Kh. Osnovanie Peterburgskoi akademii nauk. Akademiya nauk SSSR. Institut istorii estestvoznaniya i tekhniki [Foundation of the St. Petersburg Academy of Sciences. USSR Academy of Sciences. Institute of the History of Natural Science and Technology]. Leningrad, Nauka, Leningrad branch Publ., 1977, 211 p. (In Russ.)
15. Lomonosov M.V. Zapiska o neobkhodimosti preobrazovaniya Akademii Nauk. 1758–1759 [Note on the Need to Reform the Academy of Sciences. 1758–1759]. In: M.V. Lomonosov. *Polnoe sobranie sochinenii* [Complete works], in 11 volumes, Vol. 10. Moscow, Leningrad, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1957, 934 p. (In Russ.)
16. Khimicheskaya laboratoriya [Chemical Laboratory]. In: *Mikhail Vasil'evich Lomonosov: M.V. Lomonosov i ego vremya* [Mikhail Vasilyevich Lomonosov: M.V. Lomonosov and His Time]. URL: <https://www.ras.ru/lomonosov/29bfeb71-490b-4899-8068-d7a1d3d57f2d.aspx> (Accessed 06/06/2023). (In Russ.)
17. Andrei Konstantinovich Nartov. V *Kontakte* : MGTU “STANKIN”. URL: https://vk.com/@msut_stankin-andrei-konstantinovich-nartov (Accessed 07/16/2023). (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 73–81.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 73–81.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 71:72.03
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-73-81

Зарождение Санкт-Петербургской агломерации. Закономерности начального этапа урбанизации. Часть 2

Панибратов Юрий Павлович (Санкт-Петербург). Доктор экономических наук, профессор, академик РААСН. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4. СПбГАСУ). Эл. почта: panibratov@icloud.com

Лавров Леонид Павлович (Санкт-Петербург). Доктор архитектуры, профессор, член-корреспондент РААСН, член-корреспондент Германской академии градостроительства и планирования земель. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4. СПбГАСУ). Эл. почта: leonid.lavrov@gmail.com

Молоткова Елена Геннадьевна (Санкт-Петербург). Кандидат архитектуры, доцент. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4. СПбГАСУ). Эл. почта: elena2255@yandex.ru

Для цитирования. Панибратов Ю.П., Лавров Л.П., Молоткова Е.Г. Зарождение Санкт-Петербургской агломерации. Закономерности начального этапа урбанизации. Часть 2 // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 73–81. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-73-81.

The Origin of the St. Petersburg Agglomeration. Patterns of the Initial Stage of Urbanization. Part 2

Panibratov Yuri P. (St. Petersburg). Doctor of Sciences in Economics, Professor, Academician of RAACS. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2 Krasnoarmeiskaya St, Saint Petersburg, 190005, Russia. SPbGASU). E-mail: panibratov@icloud.com

Lavrov Leonid P. (St. Petersburg). Doctor of Sciences in Architecture, Professor, Corresponding Member of RAACS. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2 Krasnoarmeiskaya St, Saint Petersburg, 190005, Russia. SPbGASU). E-mail: leonid.lavrov@gmail.com.

Molotkova Elena G. (St. Petersburg). Candidate of Sciences in Architecture, Docent. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2 Krasnoarmeiskaya St, Saint Petersburg, 190005, Russia. SPbGASU). E-mail: elena2255@yandex.ru.

For citation. Panibratov Y. P., Lavrov L.P., Molotkova E.G. The Origin of the St. Petersburg Agglomeration. Patterns of the Initial Stage of Urbanization. Part 2. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 3, pp. 73–81, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-73-81.

© Панибратов Ю.П., Лавров Л.П., Молоткова Е.Г., 2023.

Первая часть статьи «Зарождение Санкт-Петербургской агломерации. Закономерности начального этапа урбанизации» опубликована в № 3 журнала «Academia. Архитектура и строительство» за 2023 год

**Санкт-Петербургская агломерация.
Середина 1710-х годов**

Рассмотрим основные элементы, которые включала в себя центральная часть Санкт-Петербургской агломерации. Основные точки градостроительной деятельности в восточной части Финского залива показаны на рисунке 1. Информация о формировании их инфраструктуры приведена ниже.

1. *Шлиссельбург* (в шведский период – Нотебург), в 1702 году был обозначен как главный город Ингерманландской губернии. В 1702–1703 годы здесь расположили базу для готовящегося наступления на крепость Ниеншанц³. С 1703 года это место дислокации Канцелярии городских дел, которая в это время проводила восстановление крепости и возведение пяти новых земляных бастионов⁴ (рис. 2). Долгие годы оставался узловым пунктом водных коммуникаций (в том числе – международных) на востоке Балтики⁵.

2. *Ижора*. В 1707 году владельцем Ижорской мызы становится А.Д. Меньшиков, который расширяет пахотные поля, устраивает здесь свою резиденцию, а в 1710 году на месте разрушенной шведами пильной мельницы возобновляет лесопильное производство. После того как окрестные леса вырубаются, а сырьевая база предприятия сокращается, оборудование и земли с крестьянами передаются Адмиралтейству⁷.

3. *Александро-Невский монастырь* был основан в 1710 году, когда для строительства выделили 5000 кв. саженей земли. В 1714 году Пётр I «пожаловал ему на правом берегу Невы ...пустынный участок площадью 1411/6 десятины (около 150 гектаров), покрытый сосняком и кустарником. Осваивать эту территорию начали только в 1810 г.»⁸.

4–5. *Острова в дельте Невы*. В 1703–1717 годы это наиболее плотно заселённая часть агломерации (табл. 1). По данным таблицы 1 видно, что значительное число дворов, построено «неизвестно в каком году». Предполагается, что основная часть этой группы построек появилась на начальном этапе освоения [1].

6. *Градской (Санкт-Петербургский) остров*. Первые годы служил приобъектной площадкой по соседству со стройкой общегосударственного масштаба (капитальных фортификационных сооружений Петропавловской крепости на Заячьем острове). Строительство велось вахтовым методом, и на площади размером до 100–150 га ежегодно возводились временные укрытия (шалаша, навесы, палатки) для сезонного размещения 10–20 тыс. работников. Данные о планировочном решении огромного поселения отсутствуют. Рядом развивалось поселение для специалистов, которые были заняты на стройке постоянно, и для войск, прикрывавших стратегический объект.

В начале 1710 года делаются первые энергичные шаги к радикальному рефункциональному переформированию территории – к размещению



Рис. 1. Основные элементы центральной части Санкт-Петербургской агломерации. Рисунок авторов статьи с использованием карты 1741 года²

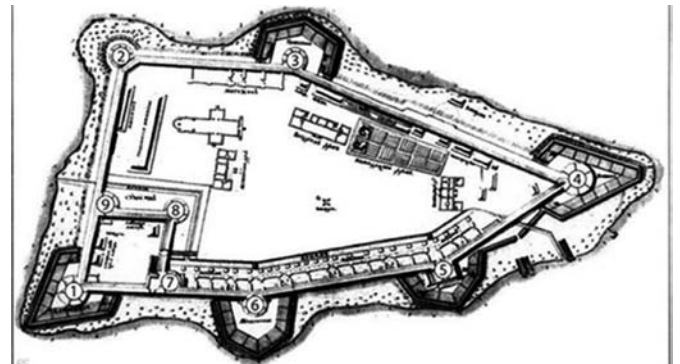


Рис. 2. Шлиссельбург. Крепость Орешек. 1, 2, 3, 4, 5, 6 – земляные бастионы. 1703 год⁶

² Окрестности Петербурга – Карты местности: Санкт-Петербург, Ленинградская область, Петербургская губерния, Ленинград, Петроград // David Rumsey Map Collection (<https://www.davidrumsey.com>).

³ Письмо Петра I ген.-фельдмаршалу Б.П. Шереметеву 28 мая 1703. [О прибытии вновь набранных полков в Шлиссельбург (Шлютельбург)] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – Санкт-Петербург, 1887–1992. – Т. 1–13, вып. 1 Т. 2. – № 533. – СПб., 1889. – С. 171.

⁴ 8 октября 1703. [Об отправке крестьян валдайского Иверского монастыря на работы в Шлотбург на 4 месяца со своими хлебными припасами] // Петербург в эпоху Петра I: Документы в фондах и коллекциях Научно-исторического архива Санкт-Петербургского института истории. Каталог / Авт.-сост.: Е.А. Андреева и др. – СПб., 2003. – Ч. 1.

⁵ Резолюции на доклад Приказа артиллерии. 8–9 февраля 1705. [Об отпуске артиллерийских припасов по наряду 1704 г., 1705 г. и о приготовлениях на 1706 г., в том числе в Ингерманландию; роспись отпуска полковых припасов в Шлиссельбург и С.-Петербург в 1703–1704 гг.] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, вып. 1., 2 июля 1714. [О даче из Шлюссельбурга под смальчугу (смолу) судов для отправки её в С.-Петербург из Костромы, о приёме той смальчуги и об отправке оной за море] // [Доклады и приговоры, состоявшиеся в Правительствующем Сенате в царствование Петра Великого]. – СПб, 1880–1901. – Т. 1–6. Т.4. Кн. 2; V" 745. – СПб, 1891. – С. 606; 9 декабря 1714. [О высылке из губерний в С.-Петербург в таможду к досмотру кораблей и в бурмистры 27 человек] // Доклады и приговоры, состоявшиеся в Правительствующем Сенате в царствование Петра Великого. – СПб, 1880–1901. – Т. 1–6. Т. 4. Кн. 2. – № 1492. – СПб., 1891. – С. 1235–1236. Упоминаются: о. Котлин, Шлиссельбург.

⁶ С использованием: «Крепость Орешек. Шлиссельбург («ключ-город»)» (<https://fotosergs.livejournal.com/87950.html?view=comments>).

⁷ История Колпино (kolpinkurs.ru).

⁸ Архиерейское подворье – бывшая лаврская Киновия // Архиерейское подворье храма Святой Троицы на Октябрьской набережной (<https://kinoviaspb.ru/cheremenetskoe-podvorie-byvshaya-lavrskaya-kinoviya/>).

Таблица 1. Число дворов, построенных за отдельные годы в Санкт-Петербурге⁹

Части города	Число дворов, построенных за отдельные годы																Итого дворов в Петербурге в 1717 г.	
	1703	1704	1705	1706	1707	1708	1709	1710	1711	1712	1713	1714	1715	1716	1717	Неизвестно, к какому году		
Петербургский остров	–	15	6	18	2	12	23	41	209	135	139	222	172	194	142	332	1660	
Адмиралтейский остров	12	24	7	4	9	7	26	28	35	87	128	205	481	323	142	169	1723	
Московская сторона	–	–	–	–	–	–	–	2	45	18	58	138	161	12	17	64	515	
Выборгская сторона								126	18	7	135	10	26	6	–	–	22	350
Итого	12	39	13	22	11	19	175	89	296	375	335	591	820	529	301	418	4248	

нию на острове объектов системы высшего государственного управления. В 1709 году освобождают необходимый участок земли – «Баталион Строений» переводят на Выборгскую сторону [2]. Подбираются специалисты, способные строить двух-трёхэтажные здания из доступных к этому времени материалов¹⁰. В 1713–1714 годы авральными темпами возводятся самые функционально необходимые постройки¹¹, что позволяет сформировать компактный многофункциональный общественный центр. Для сооружения крупногабаритных и представительных столичных зданий (в том числе – палат

сановников) были внедрились каркасные конструкции, которые не были апробированы в местных условиях и недостаточно капиталны. (сказывался лимит стройматериалов – дерева хватало только на каркас). «Первоначальное строение столы производилось на месте болотистом, усеянном кочками и буграми, изрезанном ручьями» [3], но и на инженерную подготовку территории средств выделить не смогли (что показывает рисунок 3).

Весной 1714 года активизируется перемещение в Санкт-Петербург служб государственной администрации и пере-

Таблица 2. Распределение жилого фонда на Санкт-Петербургском острове по категориям домовладельцев. 1717 год¹²

Домовладельцы		Число принадлежащих им дворов	
Группа	Категория		
1	Члены царской семьи и казённые дворы	18	404
	Ближние люди, высшие персоны, боярыни-вдовы, шляхетство	135	
	Штатские чиновники	251	
2	Обер-офицеры	149	831
	Унтер-офицеры и рядовые	682	
3	Духовенство	22	444
	Купцы, посадские, мастерские и служители казённых канцелярий	252	
	Разночинцы	170	
Всего		1679	

⁹ Таблица составлена по [1].

¹⁰ 31 января 1710. [О найме в Курляндии и Жмуди мастеров, способных строить палаты на прусский манер и делать черепицу, и срочной высылке их в С.-Петербург] (именной, данный рижскому губернатору А.И. Репнину) // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, вып. 1. Т. 10. – № 3582. – М., 1956. – С. 27; 16 февраля 1710. [Подтверждение прежнего указа Петра I А.И. Репнину от 31 января 1710 г. о найме в Курляндии или Жмуди и срочной присылке в С.-Петербург мастеров для строительства палат на прусский манер] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, т. 10. – № 3607. – М., 1956. – С. 51–52.

¹¹ 18 декабря 1713. [О запрещении без царского повеления отпускать рабочих людей на другие работы, кроме строительства крепости, Гостиного двора, Австерии, Посольской канцелярии, дома П.П. Шафировова...] // Петербург в эпоху Петра I: Документы в фондах и коллекциях Научно-исторического архива Санкт-Петербургского института истории : Каталог / Авт.-сост.: Е.А. Андреева [и др.]. – СПб, 2003. – Ч. 1. – № 1413. – С. 248.

¹² Таблица составлена по [5].



Рис. 3. Ф. Васильев. Берёзовый остров. Троицкая площадь на Санкт-Петербургском острове. 1719 год (источник: [4])

селение дворянства¹³. С увеличением объёма строительства режим экономии леса усиливается¹⁴.

В 1717 году была проведена перепись домовладений. Она свидетельствует, что структура застройки Санкт-Петербургского острова стала отражать его столичные функции (табл. 2): домовладельцам из первой градообразующей группы плюс части обер-офицеров принадлежали более 25% дворовых участков.

7. *Адмиралтейский остров*. Первым шагом в освоении острова было решение Петра об использовании усадьбы на берегу Невы как места летнего пребывания монарха. К середине 1710-х годов царская резиденция заняла всю восточную часть острова, и её площадь стала составлять несколько десятков гектаров. Здесь проводится активная инженерная подготовка территории (уплотнение и осушение заболоченной почвы), прокапываются два мелиоративных канала, формируется система зелёных насаждений, устанавливаются скульптуры, устраиваются фонтаны, строится двухэтажный летний дом (одно из первых в городе кирпичных зданий). Этот участок территории становится наиболее благоустроенной площадкой в дельте Невы. Значительных усилий потребовало строительство относительно небольшого и рассчитанного на летнее проживание дворца (14 комнат, две повари, стены кирпичные, но тонкие). В феврале 1711 года подготовили основание из 483 свай [6], но дальнейшие работы затянулись: 31 июля того же года Петру I сообщали, что на «Летнем» дворе «из фундамента воду непрестанно выливают» [7]. Император рассматривал Адмиралтейский остров как место летнего пребывания и не считал нужным развивать здесь зимнюю резиденцию¹⁵.

Второе ядро урбанизации на Адмиралтейском острове было создано для нужд военно-морского флота. В 1704 году для судостроительного производства отвели сухую береговую площадку на месте бывшей здесь ранее небольшой деревни¹⁶. В центре участка располагался прямоугольный судосборный двор размером 100×200 саженей, а по контуру шли узкие ряды разнородных малокапитальных производственных построек¹⁷. Вскоре промышленный объект (схема А на рис. 4)

получил несложное фортификационное прикрытие – земляные валы со рвами и обширной пустынной эспланадой. Неподалёку рос жилой посёлок Адмиралтейства. Число жителей здесь возрастало планомерно – в соответствии с программами развития Балтийского флота сюда переселялись военные моряки и квалифицированные рабочие [10]. Их обеспечивали служебным жилищем – размещали в одноэтажных избах и наделяли неперенными огородными участками (схема Б на рис. 4). В 1705 году инфраструктуру Адмиралтейского двора пополнила первая на берегах Невы хлебопекарня («сухарный амбар») [11]. В 1706 году рядом с поселением появилась каторжная тюрьма, обеспечившая зимовку многочисленных гребцов военного галерного флота¹⁸.

Адмиралтейскую верфь считают самым крупным предприятием Санкт-Петербурга петровских времён, но к 1709 году число её работников составляло всего 900 человек¹⁹. Это было существенно меньше, чем количество людей на производственных площадках в восточной части агломерации – сказалась неопределённость стратегии развития судостроительного комплекса в регионе²⁰.

Одновременно к востоку от Адмиралтейства вдоль береговой линии получили земельные участки высшие морские начальники и лица, приближённых к царскому двору. На первом этапе освоения для застройки каждого из них уходило до двух десятков бревенчатых срубов (см. схема Б на рис. 4). О наличии садов и огородов информации нет. Эта небогатая инфраструктура сохранилась недолго. После 1716 года по указу царя началась реконструкция набережной, и в короткий срок инвестиции сановников обеспечили появление двух-трёхэтажных каменных палат [12].

8. *Южный берег Финского залива*. Крупнейшим по территориальному охвату стал проект освоения более 40 кв. км земли в прибрежной полосе на юге Финского залива. Финансовой основой должны были стать инвестиции членов царской семьи и царедворцев. «Ради увеселения и некоторой домашней малой провизии» им были пожалованы «приморские места» вдоль Петергофской дороги.

¹³ 16 марта 1714. [Копия с пункта царского величества о строении в С.-Петербурге нынешним годом и о житье будущей зимою из назначенного числа четвертой доли] // Доклады и приговоры, состоявшиеся в Правительствующем Сенате в царствование Петра Великого. – СПб. 1880–1901. – Т. 1-6. Т. 4. Кн. 1. – V" 291. – СПб, 1888. – С. 231–232; 17 марта 1714. [О переводе Поместного и Судного приказов в Петербург и о приезде на житье в Санкт-Петербург дворянам и другого звания людям, назначенным к переселению (именной)] // ПСЗ, I : Т. 5. – V" 2788. – СПб, 1830. – С. 90–91.

¹⁴ 4 апреля 1714. О строении при С.-Петербурге на Городском и Адмиралтейском островах по Большой Неве и большим протокам мазанок // Полное собрание законов Российской империи. [Собрание 1-е]. – СПб, 1830. – Т. 1–45. – Т. 5. – № 2792. – СПб, 1830. – С. 95.

¹⁵ 28 сентября 1711. [О строительных работах в С.-Петербурге, в частности, в Зимнем и Летнем дворцах] (распоряжения Петра I кн. А.Д. Меншикову) // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, вып. 1. – Т. 11. Вып. 2. – № 4778. – Москва, 1962. – С. 153–154. «Лутче б теми припасы и людьми, которые на Зимнем дворе употреблены, на Летнем дворе были, ибо довольно б хором небожих на Зимнем дворе было, а полаты напрасно».

¹⁶ На этом месте были «пять дворовъ и семь душъ мужскаго пола, сена косили 20 копен, а хлеба сеяли б коробей» [8].

¹⁷ Указывалось, что «жилья делать мазанками прямыми без кирпича; кузницы обе каменные в 1/2 кирпича; амбары и сараи делать основу из брусья и амбары доделать мазанками, а сараи бить досками» [9].

¹⁸ Экипаж большой морской галеры включал до 250 невольников-гребцов... С лета-осени 1703 года в Балтийском флоте увеличилась доля гребно-парусных судов меньшего размера – скамповей и бригантин. Численность их экипажей составляла 50–75 чел [53].

¹⁹ Петербург. Судостроение, порт (abc-people.com).

²⁰ В частности, менялась координация производственных площадок в Олонце и в дельте Невы: 17 января 1707. [О прекращении посылки работных людей на корабельное строительство в С.-Петербург из Олонца] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, вып. 1. Т. 5 (январь-июнь 1707). – № 1515. – СПб, 1907. – С. 27; 18 сентября 1707. [О возможности переноса Олонецкой верфи в С.-Петербург] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв.–июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1, Т. 6 (июль-декабрь 1707). – № 1977. – СПб, 1912. – С. 98.

Ранее габариты наделов «государевой дачи» для привилегированных землепользователей определялись природной ситуацией: Васильевский остров стал владением А.Д. Меншикова, Екатерингоф получила супруга государя. Петровский остров «был собственный Государя Императора Петра Великого», «Крестовый остров – Государыни Царевны Наталии Алексиевны». Каменный остров получил великий канцлер Г.И. Головкин, «Первый Безымянный» – вице-канцлер П.П. Шафилов [14]. Без изменения границ раздавались также существовавшие мызы.

В декабре 1710 года впервые в практике российского землепользования в массовом масштабе стали внедрять регулярное парцеллирование: были закреплены прямоугольные очертания и унифицированные габариты модуля наделов²¹. Спустя четыре года сочли необходимым подтвердить закономерность регулирования и устранить возможные отклонения от заданных габаритов²². Однако надежды на эффективное освоение огромной территории оказались завышенными. В соответствии с заявленной целью («ради увеселения и некоторой домашней малой провизии») к использованию выделенных участков приступили только генерал-губернатор А.Д. Меншиков и сам Пётр I²³.

9. *Остров Котлин*. Остров Котлин и прилегающая акватория Финского залива на начальном этапе Северной войны находились в зоне активных боевых действий. Инфраструктура и число находившихся на острове военнослужащих менялись в соответствии с военными условиями. Балтийский флот использовал его остров как временную летнюю стоянку, а на зиму корабли уходили в Петербург. Со 2 ноября 1709 года для них начали формировать здесь стабильный портовый комплекс («гавань, пристани и магазейны») [17].

Большие планы были связаны с послевоенным использованием обширной территории острова. Их обнародовали 16 января 1712 года: «Объявить шляхетским тысячи домам, купетским лучшим пятистам, средним пяти же стам, рукомесленным всяких дел тысячи домам, что... им жить на Котлине острове

по скончании сей войны, и даны им будут двory готовые за их деньги, а шляхетству двory и земли под деревни (последние без денег)». В предпроектной разработке уточнялось, что застройку намечавшегося города составят 7278 дворов, а дома будут только каменными [1].

Указом от 10 марта 1714 года формирование необходимого жилищного фонда возложили на губернии (совокупно – около 30 каменных домов ежегодно). Летом 1714 года полномочные комиссары, присланные из Архангелогородской, Казанской, Киевской, Московской, Нижегородской, Смоленской и Рижской губерний, уже занимались поисками необходимых для кирпичного производства «глиняных мест» и «удобного леса... на строение помянутых сараев и запасного двора, также и на шатры, и на заборы, и на квартиры, и к обжиганию кирпича» (указы 1714 года в справочнике [18]).

10. *Саарская мыза*. Первым владельцем местных угодий стал А.Д. Меншиков²⁴, но в 1710 году ему пришлось «отдать Катерине Алексеевне в копорском уезде Сарскую и Славянскую мызы с принадлежащими к ним деревнями, со крестьяны и со всеми угодьями» [19]. На первом этапе освоения сюда переселили крестьян из Владимирских и Суздальских государевых вотчин²⁵, и в 1716 году образовались две деревни – Кузьмина (88 дворов и 660 душ населения) и Пулково (64 двора, население в 393 человека). Активизировалось сельскохозяйственное использование территории, в 1717 году прямая дорога связала поселения с Петербургом. В том же году заложили летнюю резиденцию государыни [19].

11. *Васильевский остров*. Был подарен Меншикову в первые годы освоения дельты Невы, и в 1704–1710 годы силами Канцелярии городских дел для генерал-губернатора был построен деревянный дом, огородили и начали благоустраивать прилегающую территорию²⁶. В 1710–1714 годы на берегу Невы появилась первая в дельте Невы трёхэтажная постройка со стенами из кирпича.

²¹ «Лета 1710 декабря... дано место под загородный двор в вечное владение... графу Фёдору Матвеевичу Апраксину... а то место поперечнику сто сажень, длиннику от приморской дороги... в гору тысяча сажень... да сверх вышеписанной меры против того же места от большой приморской дороги прямо к морю леса и всякого угодья до моря дано...» [15].

²² 10 ноября 1714. Наказ инжполковнику Кулану (А. Доколон): о измерении приморских мыз от Стрелиной мызы до Красного Кабачка одного места, и учинении каждого длиною по 1.000 поперешника, по 100 сажень // Словарь юридический или свод российских учреждений суда и расправы / Собр. М. Чулковым. – М., 1792–1793. – Ч. 1–2., ч. 2, [отд. 1]. – Москва, 1792. – С. 295.

²³ «...почти одновременно, с разницей в один-два сезона, начали строиться и частная резиденция Монплеизр, вошедшая в Петергофский комплекс, и роскошный Стрельнинский дворец с парком (как предполагалось, будущая "Русская Версалия"), и "нагорный" Большой дворец в Петергофе» [16].

²⁴ Основано Царское Село // Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина (prlib.ru).

²⁵ 12 ноября 1715. [О высылке будущей зимой дворцовых крестьян с семьями на жительство в Сарскую мызу] // Петербург в эпоху Петра I: Документы в фондах и коллекциях Научно-исторического архива Санкт-Петербургского института истории. Каталог / Авт.-сост.: Е.А. Андреева и др. – СПб, 2003. – Ч. 1. – А" 1726. – С. 301.

²⁶ В октябре 1707 года он писал У.А. Сенявину: «... извольте поспешить в строении моего дому на Васильевском острове, также ради надлежащие осторожности на том острове круг всего строения извольте сделать немедленно полисад с выводом, дабы оно строение оборонять было возможно, что чего не дай боже неприятел подбегом не учинил и не сжѣг или иного какова учинить не мог» [20].

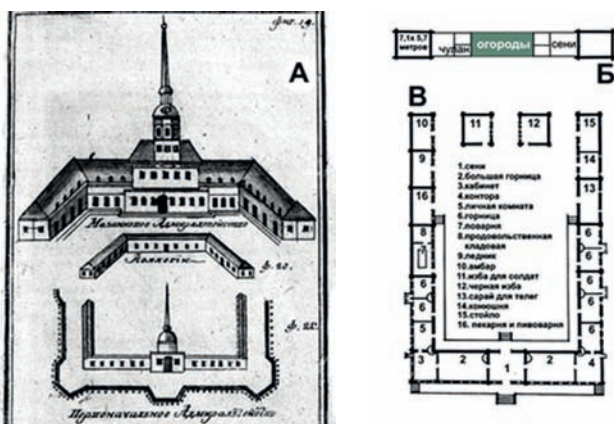


Рис. 4. Инфраструктура Адмиралтейского острова начала XVIII века: А – «Первоначальное Адмиралтейство» (источник: [12]); Б – блок из двух дворов на четыре семьи в Переваденческой слободе. Проект архитектора Фоншвизена. 1720-е годы (источник: [1]); В – двор адмирала Крюйса на Дворцовой набережной. Начало 1710-х годов (источник: [13])

Проведённый в 1714 году обмер зафиксировал, что освоенная территория находилась в восточной части острова (усадебная площадь около 30 га с рядом небольших построек, поблизости – пахотные поля), и от неё к западному берегу шла прямолинейная просека длиной в несколько километров (рис. 5).

12. «Удаленные элементы» агломерации. Внешние коммуналки. Начавшиеся исследования Санкт-Петербургской агломерации исходят из того, что в начале XVIII века границы этой градостроительной системы были намного шире, чем в настоящее время, а протяжённость её транспортных каркасов достигала сотни сотен километров²⁷. Можно отметить, что с началом Северной войны активизировалась урбанизация территорий к востоку от Шлиссельбурга: государство стало направлять ресурсы на создание и развитие производственной базы, обеспечивавшей боевые операции русской армии. В 1702 году в Олонце расширяют действовавшие производства, формируют оружейные заводы и судостроительную верфь²⁸, на реке Свирь создают посёлок кораблестроителей Лодейное Поле²⁹, в устье Волхова окружают земляным валом Николо-Медведский монастырь и закладывают Новолодожскую верфь. Построенные корабли вооружают пушками с Петровского завода, основанного 1 сентября 1703 года на Онежском озере. Его работниками стали 700 приписанных к заводу местных крестьян и до 800 переведённых из Тулы и с Урала мастеровых [24]. В 1704 году судостроительная база Балтийского флота расширяется: в апреле в Новую Ладогу прибывают 2 тыс. работников – переселенцев из Белоозера, Пошехонья, Олонца и Каргополя³⁰, а в ноябре заложена верфь на Адмиралтейском

острове. Все верфи северо-запада составляют подчинявшийся Адмиралтейскому приказу единый производственный комплекс.

По мере продвижения русских войск в зону урбанизации включают западные территории. Их не только подключают к хозяйственной деятельности по доставке продовольствия³¹, но и используют для размещения новых функционально необходимых объектов. В 1714 году в прибрежной зоне Ревеля за 3500 талеров выкупают участок в 300 га, где начинают формировать новую летнюю императорскую резиденцию, подобную той, что одновременно создавалась в Стрельне³². 23 июля 1715 года Пётр лично осматривает Рогервикскую бухту к западу от Таллина и решает: «быть здесь гавани для воинских кораблей». В 1718 году на избранном месте начинаются строительные работы [26].

Экономические показатели свидетельствуют, что ярким признаком Санкт-Петербургской агломерации начала XVIII века было активное поглощение людских и самых разнообразных материальных ресурсов – всего, что обеспечивало формирование и развитие новой многофункциональной хозяйственной структуры³³.

Местное сельское хозяйство могло удовлетворить примерно 15% потребностей армии в провианте, и «налаживание заготовок и эффективного подвоза продовольствия явилось одним из основных факторов победы» [11]. Продовольствие поставлялось в больших объёмах³⁴, но этого было недостаточно. «Хлебный паёк выдавались нерегулярно. На каждую выплату требовался специальный указ» [1]. Чтобы смягчить

²⁷ Отмечают, что «ближний пояс» тянулся от Нарвы и Ямбурга до Олонца [21]. «Дальними спутниками» называют Лодейное Поле и Петрозаводск [22].

²⁸ Считается, что основание Петровского завода произошло 29 августа 1702 года [61].

²⁹ Лодейнопольский муниципальный район Ленинградской области. Официальный сайт (<https://администрация-лодейнополе.рф/Glavnaia/Histori.php>).

³⁰ <https://peterburg.center/ln/novaya-ladoga-leningradskoy-oblasti-chto-posmotret-kak-dobratsya.html>.

³¹ 24 сентября 1712. [О поставке провианта для близости в Ригу из Смоленской губернии – за С.-Петербургскую и Архангелогородскую, а в С.-Петербург из тех губерний за Смоленскую губернию] // Доклады и приговоры, состоявшиеся в Правительствующем Сенате в царствование Петра Великого. – СПб. 1880–1901. – Т. 1–6. Т. 2. Кн. 2. – № 791. – Санкт-Петербург, 1883. – С. 257–258.

³² Проект двух дворцов разработал один и тот же архитектор (Н. Микетти), а для выполнения строительных работы в обезлюдивший после эпидемии Ревель направлялись рабочие из Петербурга [25].

³³ 24 (25) марта 1704. [О присылке из Измайлова в С.-Петербург цветов и садовников...] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. Т. 3. – № 636. – Санкт-Петербург, 1893. – С. 42.

9 февраля 1706 г. [О немедленной поставке определённого в Ингерманландию хлеба, об отправке в С.-Петербург свинцовых труб и медных насосов] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб., 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. Т. 4. Ч. 1. – "V" 1074. – Санкт-Петербург, 1900. – С. 65–66.

23 сентября 1706. [О присылке в С.-Петербург подвод] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. Т. 4. Ч. 1. – № 1365. – СПб

22 ноября 1706. (О сборе с Псковского уезда подвод с саями и отправке в С.-Петербург к Ф.А. Сенявину для перевозки камня и бута) // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. Т. 4. Ч. 1. – № 1436. – Санкт-Петербург, 1900. – С. 451.

3 августа 1707. [Об отправке из Варшавы в С.-Петербург в ящиках померанцевых и других деревьев и подготовке для их хранения амбаров в Великих Луках] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб., 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. Т. 6 (июль–декабрь 1707). – № 1887. – Санкт-Петербург, 1912. – С. 36.

2 марта 1708. [О доставке в С.-Петербург буюров] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. Т. 7. Вып. 1 (январь–июнь 1708). – "V" 2286. – Пг, 1918. – С. 85–86. 161.

4 марта 1708. [О присылке в С.-Петербург тафты и бархата для отделки яхт] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. – Т. 7, Вып. 1.

8 июня 1708. [О немедленной присылке в С.-Петербург 5.000 татар] (именной, данный Н.А. Кудрявцеву) // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. – Т. 7, Вып. 1 (январь–июнь 1708). – № 2424. – Пг., 1918. – С. 203.

4 декабря 1708. (Об отправке каторжников, в том числе из астраханцев, в С.-Петербург на работы в ведение У.А. Сенявина) (письмо Петра I Ф.М. Апраксину) // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1, т. 8, вып. 1 (июль–декабрь 1708). – "V" 2893. – М.; Л., 1948. – С. 340–341.

29 декабря 1708. [О поставке к 1 марта 1709 г. в С.-Петербург амуниции: холщовых мешков, лыковых кулей, лопат, кирок, мотыг] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1, т. 8, вып. 1 (июль–декабрь 1708). – "V" 2943. – М.; Л., 1948. – С. 382.

9 сентября 1711. [О присылке предписанного числа рабочих людей в С.-Петербург] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – январь – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. – Т. 11, Вып. 2. – А" 4784. – Москва, 1962. – С. 157.

остроту проблемы использовали безграничные территориальные ресурсы агломерации, стали нарезать военнотрудовым и работным людям земельные участки для производства дополнительной сельскохозяйственной продукции [27].

Ценным местным сырьём стал лес. Для судостроения можно было использовать только часть древесины, и её основной объём потреблялся в строительстве, использовался как топливо. «Леса принялась рубить с первого же времени застройки; не столько для строительных поделок как для устройства гатей в переходах через болота». В 1706 году произвели инвентаризацию территорий в радиусе 45 вёрст: «В то время остатки лесов были около взморья, да в середине Петербургской стороны; тогда как весь берег Выборгской, на версту от Невы и Невки уже был безлесен» [28]. Наличие

³⁴ Указы Петра I дают представление о размерах поставок, которые составляли «хлебное жалование» действующей армии: 1 октября 1711. [О высылке из всех губерний в С.-Петербург провианта для 69.724-х человек нижних чинов, именно: круп овсяных 13.075 чети 3 четверика, а муки 180.750 чети с полуосминою на 1712 год] // Доклады и приговоры, состоявшиеся в Правительствующем Сенате в царствование Петра Великого. – СПб, 1880–1901. – Т. 1–6. – Т. 1. – № 346. – Санкт-Петербург, 1880. – С. 255–256; 10 января 1712. [О сборе определенного провианта с губерний кроме Азовской, а с С.-Петербургской с половины доль дворового числа и о поставке оною в новозавоеванные гарнизоны] // Доклады и приговоры, состоявшиеся в Правительствующем Сенате в царствование Петра Великого. – СПб, 1880–1901. – Т. 1–6. – Т. 2. Кн. 1. – А" 28. – Санкт-Петербург, 1882. – С. 16–18. «... а) в С.-Петербург на гвардию, дивизию Репнина, шквотрон, 8 полков драгунских, С.-Петербургский гарнизон и батальон Савелкова, всего 37327 человек: муки 167971 чети с осм., крупы 6998 чети пол-7 четвериков, б) в Кроншлот и на остров Котлин на 2066 человек: муки 9297 чети, крупы 387 чети 3 четверика...» (к концу XVII столетия «четь» составляла 8 пудов (131,04 кг)).

³⁵ Леспинас. План Васильевского острова, 1714 г. // ЦГАВМФ, Ф. 3–«Л». Оп. 34. Д. 2465.

³⁶ 14 августа 1714. [Об отводе на Котлине острове глиняных мест к кирпичному делу и о даче леса на строение двора, сарая и обжигательной печи]. «... на вышеписанные [кирпичные] заводы место и глиняные места приискал на морском берегу Бронницкой мызы у деревни Лимуши; а на строение помянутых сараев и запасного двора, также и на шатры, и на заборы, и на квартиры, и к обжиганию кирпича при том месте удобный лес есть...» [1]

³⁷ 31 января 1710. [О найме в Курляндии и Жмуди мастеров, способных строить палаты на прусский манер и делать черепицу, и срочной высылке их в С.-Петербург] // Письма и бумаги императора Петра Великого [1688 – янв. – июнь 1713]. – СПб, 1887–1992. – Т. 1–13, Вып. 1. – Т. 10. – № 3582. – Москва, 1956. – С. 27.

³⁸ 28 августа 1723 [... об истребовании от Полицейстерской канцелярии точного известия о числе дворов (домов) в С.-Петербурге, в каждой слободе порознь, с обозначением: чи именно дворы и сколько в каждом печей] // Описание документов и дел, хранящихся в Архиве Святейшего Правительствующего Сената. – СПб; Пг, 1868–1915, Т. 3. – У" 454. – СПб, 1878. – С. 479.

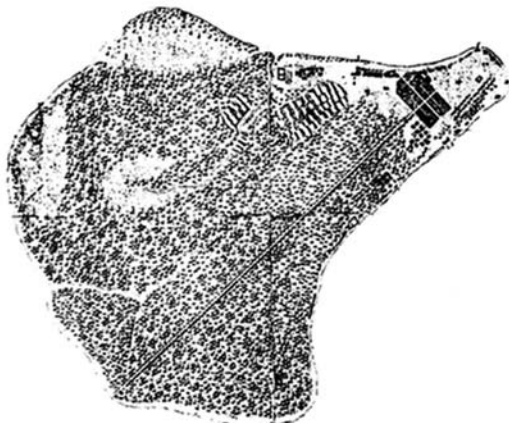


Рис. 5. Васильевский остров. 1714 год. План Леспинаса³⁵

леса определяло возможности производства кирпича³⁶. Уже на раннем этапе производства строительных материалов «пожгли весь лес вблизи этих заводов, и в дальнейшем пришлось подвозить топливо издалека, что представляло большие неудобства и обходилось дорого» [1]. К началу 1710-х годов доступный лес стал исчезать, строительство традиционных бревенчатых срубов затруднялось, пришлось внедрять каркасные (фахверковые) конструктивные схемы, которые позволяли уменьшить расход строительной древесины, но снижали капитальность строений³⁷.

На начальном этапе существования агломерации её жизнедеятельность имела циклический характер. В тёплое время года открывались водные транспортные коммуникации, велись строительные работы, а армия и флот выступали в военные походы. На зиму сезонные рабочие возвращались к месту постоянного проживания, а армия отравлялась «на зимние квартиры» – солдат размещали на постой в отапливаемых помещениях. В первые годы существования агломерации мест для зимней дислокации в дельте Невы было мало. В ноябре 1703 года гвардейские полки отправились зимовать в Москву, остальные части армии – в Копорье, Ям, Псков. Только полковнику Рене с четырьмя полками нашлось место во вновь построенной крепости [29]. Каждое из отапливаемых помещений считалось частью местных ресурсов оборонного значения. Их учёту и полноценному использованию уделялось постоянное внимание на протяжении всей первой половины XVIII века. «Солдат ставить всем на дворы по пропорции, какого б кто рангу ни был», – подчёркивал Пётр I [1]³⁸.

* * *

Одним из итогов Северной войны стало появление новой территориально-хозяйственной структуры, которая к середине 1710-х годов протянулась вдоль естественного водного транспортного каркаса примерно на 700 км. Базой её формирования стали государственные ресурсы. Очаги урбанизации в восточной части системы, которая сложилась в 1702–1704 годы, были предприятиями оборонной отрасли с числом работающих до 1500–2000 чел. в каждом (Петрозаводск, Олонец, Новая Ладога). В западной части в середине 1710-х годов началось строительство военной гавани (Рогевик), и был получен большой земельный участок для размещения летней императорской резиденции. Ядро системы складывалось на островах дельты Невы и на востоке Финского залива. Его ключевыми элементами стали летняя императорская резиденция на Адмиралтейском острове (с 1704 года) и уникальные по размеру привлечённых ресурсов объекты – строительство капитальные фортификационные сооружения на Заячьем острове (с 1706 года ежегодные инвестиции более 100 тыс. рублей). и регулярная рекреационная зона общей площадью более 40 кв. км из 120 унифицированных наделов вдоль Петергофской дороги (1710–1714). В ходе дальнейшего развития этой структуры стали вырисовываться контуры градостроительного образования, которое сейчас рассматривается как Санкт-Петербургская агломерация.

Список источников

1. *Луппов, С.П.* История строительства Петербурга в первой четверти XVIII века / С.П. Луппов. – Москва–Ленинград : АН СССР, 1957. – 192 с. – Текст : непосредственный.
2. *Петров, П.Н.* История Санкт-Петербурга с основания города до введения в действие выборного городского управления / П.Н. Петров. – Москва : Центрполиграф, 2004. – 782 с. – Текст : непосредственный.
3. *Башуцкий, А.* Возобновление Зимнего дворца в Санкт-Петербурге / А. Башуцкий. – Санкт-Петербург : Гуттенберговская типография, 1839. – 136 с. – Текст : непосредственный.
4. *Гаврилова, Е.И.* Русский рисунок XVIII века / Е.И. Гаврилова. – Ленинград : Художник РСФСР, 1983. – 204 с. – Текст : непосредственный.
5. *Кошелева, О.Е.* Люди Санкт-Петербургского острова Петровского времени / О.Е. Кошелева. – Москва : ОГИ, 2004. – 486 с. – Текст : непосредственный.
6. *Гиппинг, А.И.* Нева и Ниеншанц / А.И. Гиппинг. – Санкт-Петербург : Типография Императорской Академии наук, 1909–1916. – Текст : непосредственный.
7. *Андреева, Е.Ю.* Рождение Петербурга / Е.Ю. Андреева, А.А. Тронь. – Санкт-Петербург : Лики России, 2011. – 184 с. – Текст : непосредственный.
8. *Столпянский, П.Н.* Петербург : Как возник, основался и рос Санкт-Петербург / П.Н. Столпянский. – Петроград : КОЛОСЪ, 1918. – 379 с.
9. *Соловьёва, Т.А.* Адмиралтейская набережная / Т.А. Соловьёва. – Санкт-Петербург : Крига, 2007. – 173 с. – Текст : непосредственный.
10. *Кротов, П.А.* Российский флот на Балтике при Петре Великом / П.А. Кротов. – Санкт-Петербург : Историческая иллюстрация, 2017. – 744 с. – Текст : непосредственный.
11. *Дуров, И.Г.* Провиантское обеспечение российского флота при Петре I : Автореферат дисс. докт. истор.наук : Специальность 07.00.02 – Нижний Новгород, 2004. – 56 с. – Текст : непосредственный.
12. *Богданов, А.И.* Историческое, географическое и топографическое описание Санкт-Петербурга: От начала заведения его, с 1703 по 1751 год / А.И. Богданов, Санкт-Петербург : Типография военной коллегии, 1779. – 528 с. – Текст : непосредственный.
13. *Веснин, С.* Дом Крюйса / С. Веснин, С. Мишин. – Текст : непосредственный // Ленинградская панорама. – 1989. – № 11. – С. 26–28.
14. *Богданов, А.И.* Описание Санкт-Петербурга 1749–1751 / А.И. Богданов. – Санкт-Петербург : Северо-Западная Библийская Комиссия, 1997. – 414 с. – Текст : непосредственный.
15. *Горбатенко, С.Б.* Петергофская дорога : Историко-архитектурный путеводитель / С.Б. Горбатенко. – Санкт-Петербург : Европейский дом, 2001. – 448 с. – Текст : непосредственный.
16. *Гузевич, Д.Ю.* Модель Версаля в российском контексте: Феномен Питербурха / Питергофа / Д.Ю. Гузевич, И.Д. Гузевич. – Текст : непосредственный // Дворец как портрет владельца : Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции ГМЗ «Петергоф». – Санкт-Петербург : Петергоф, 2022. – 240 с. – С. 11–21.
17. *Миронов, М.Е.* История строительного дела: Морские порты и водные пути России / М.Е. Миронов. – Санкт-Петербург : СПбТУ, 2002. – 141 с. – Текст : непосредственный.
18. История Санкт-Петербурга-Петрограда, 1703–1917 : Путеводитель по источникам / Отв. ред. В. П. Леонов. – Санкт-Петербург : Филол. фак. С.-Петерб. гос. ун-та, 2000. – URL: http://www.rasl.ru/e_editions/spbhist_t3_v2_2009.pdf (дата обращения 10.02.2023). – Текст : непосредственный.
19. *Семёнова, Г.В.* Царское Село. Знакомое и незнакомое / Семенова Г.В. – Москва : Центрполиграф, 2018. – 672 с. – Текст : непосредственный.
20. *Малиновский, К.В.* Санкт-Петербург XVIII века / К.В. Малиновский. – Санкт-Петербург : Крига, 2008. – 576 с. – Текст : непосредственный.
21. *Семенцов, С.В.* Формирование Санкт-Петербургской агломерации в XVIII веке / С.В. Семенцов, Н.А. Акулова. – Текст : непосредственный // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 11. – С. 61–75.
22. *Лаппо, Г.М.* Городские агломерации СССР – России: особенности динамики в XX в. / Г.М. Лаппо. – Текст : непосредственный // Российское экспертное обозрение. – 2007. – № 4-5 (22). – С. 6–9.
23. Походный журнал 1703 года / Изд. 2-е. – Санкт-Петербург, 1911. – С. 7. – Текст : непосредственный.
24. *Жульников, А.М.* Древности Петрозаводска / А.М. Жульников, А.М. Спиридонов. – Петрозаводск : Скандинавия, 2003. – 127 с. – Текст : непосредственный.
25. *Куускемаа, Ю.* Пётр I и Екатерина I в Таллинне / Ю. Куускемаа. – Таллин : Валгус, 2009. – 200 с. – Текст : непосредственный.
26. *Бенда В.Н.* Инженерные проблемы в военной и гражданской сфере безопасности российского государства в начале XVIII в. / Бенда В.Н. – Текст : непосредственный // История повседневности. – 2017. – № 1 (3). – С. 35–50.
27. *Семёнова, Л.Н.* Снабжение хлебом Петербурга (правительственная политика) / Л.Н. Семёнова // Петербург и губерния. Историко-этнографические исследования. – Ленинград : Наука, 1989. – С. 5–20. – Текст : непосредственный.
28. *Петров, П.Н.* История Санкт-Петербурга с основания города, до введения в действие выборного городского управления по учреждениям о губерниях. 1703–1782 / П.Н. Петров. – Санкт-Петербург: Типография Глазунова, 1884. – Текст : непосредственный.
29. *Тимченко-Рубан, Г.И.* Первые годы Петербурга : Военно-исторический очерк / Тимченко-Рубан Г.И. – Санкт-Петербург, 1901. – 206 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Luppov S.P. Istoriya stroitel'stva Peterburga v pervoi chetverti XVIII veka [History of the Construction of St. Petersburg in the First Quarter of the 18th Century]. Moscow, Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1957, 192 p. (In Russ.)

2. Petrov P.N. Istoriya Sankt-Peterburga s osnovaniya goroda do vvedeniya v deistvie vybornogo gorodskogo upravleniya [History of St. Petersburg from the Founding of the City to the Introduction of Elected City Government]. Moscow, Tsentrpoligraf 2004, 782 p. (In Russ.)
3. Bashutskii A. Vozobnovlenie Zimnego dvortsa v Sanktpeterburge [Renewal of the Winter Palace in St. Petersburg]. St. Petersburg, Guttenberg Printing House, 1839, 136 p. (In Russ.)
4. Gavrilova E.I. Russkii risunok XVIII veka [Russian Drawing of the 18th Century]. Leningrad, Khudozhnik RSFSR Publ., 1983, 204 p. (In Russ.)
5. Kosheleva O.E. Lyudi Sankt-Peterburgskogo ostrova Petrovskogo vremeni [People of St. Petersburg Island of Peter the Great's Time]. Moscow, OGI Publ., 2004, 486 p. (In Russ.)
6. Gipping A.I. Neva i Nienshants [Neva and Nyenschanz]. St. Petersburg, Printing house of the Imperial Academy of Sciences, 1909–1916. (In Russ.)
7. Andreeva E.Yu. Tron' A.A. Rozhdenie Peterburga [The Birth of St. Petersburg]. St. Petersburg, Liki Rossii Publ., 2011, 184 p. (In Russ.)
8. Stolpyanskii P.N. Peterburg : Kak vznik, osnovalsya i ros Sankt-Piterburkh [St. Petersburg: How St. Petersburg Arose, Was Founded and Grew]. Petrograd, KOLOS"" Publ., 1918, 379 p. (In Russ.)
9. Solov'eva T.A. Admiralteyskaya naberezhnaya [Admiralteyskaya Embankment]. St. Petersburg, Kriga Publ., 2007, 173 p. (In Russ.)
10. Krotov, P.A. Rossiiskii flot na Baltike pri Petre [Russian Fleet in the Baltic under Peter the Great]. St. Petersburg, Istoricheskaya illyustratsiya Publ., 2017, 744 p. (In Russ.)
11. Durov I.G. Proviantskoe obespechenie rossiiskogo flota pri Petre I [Provisions for the Russian Fleet under Peter I], Cand. hist. sci. diss. abstr. Nizhnii Novgorod. 2004, 56 s. (In Russ.)
12. Bogdanov A.I. Istoricheskoe, geograficheskoe i topograficheskoe opisanie Sanktpeterburga: Ot nachala zavedeniya ego, s 1703 po 1751 god [Historical, Geographical and Topographical Description of St. Petersburg: From the Beginning of its Establishment, from 1703 to 1751]. St. Petersburg, Printing house of the military collegiumi, 1779, 528 s. (In Russ.)
13. Vesnin S., Mishin S. Dom Kryuisa [Kruys House]. In: *Leningradskaya panorama [Leningrad Panorama]*, 1989, no. 11, pp. 26–28. (In Russ.)
14. Bogdanov A.I. Opisanie Sankt-Peterburga 1749–1751 [Description of St. Petersburg 1749–1751]. St. Petersburg, North-Western Biblical Commission Publ., 1997, 414 p. (In Russ.)
15. Gorbatenko S.B. Petergofskaya doroga [Peterhof Road], Historical and architectural guide. St. Petersburg, Evropeiskii dom Publ., 2001, 448 p. (In Russ.)
16. Guzevich, D.Yu., Guzevich I.D. Model' Versalya v rossiiskom kontekste: Fenomen Piterburkha / Pitergofa [The Model of Versailles in the Russian Context: the Phenomenon of Piterburgh / Piterhof]. In: *Dvorets kak portret vladel'tsa [Palace as a Portrait of the Owner]*, Collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference of the Peterhof State Museum. St. Petersburg, Petergof Publ., 2022, 240 p., pp. 11–21. (In Russ., abstr. in Engl.)
17. Mironov M.E. Istoriya stroitel'nogo dela: Morskije porty i vodnye puti Rossii [History of Construction: Sea Ports and Waterways of Russia]. St. Petersburg, SPBTU Publ., 2002, 141 p. (In Russ.)
18. Istoriya Sankt-Peterburga–Petrograda. 1703–1917 [History of St. Petersburg–Petrograd. 1703–1917], Guide to sources, Vol. 3, Iss. 1. St. Petersburg, 2007. URL: http://www.rasl.ru/e_editions/spbhist_t3_v2_2009.pdf (Accessed 02/10/2023) (In Russ.)
19. Semenova G.V. Tsarskoe Selo. Znakomoe i neznakomoe [Tsarskoye Selo. Familiar and Unfamiliar]. Moscow, Tsentrpoligraf Publ., 2018, 672 p. (In Russ.)
20. Malinovskii K.V. Sankt-Peterburg XVIII veka [St. Petersburg of the 18th Century]. St. Petersburg, Kriga Publ., 2008, 576 p. (In Russ.)
21. Sementsov S.V., Akulova N.A. Formirovanie Sankt-Peterburgskoi aglomeratsii v XVIII veke [Formation of the St. Petersburg Agglomeration in the XVIII Century]. In: *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova [Bulletin of BSTU Named after V.G. Shukhov]*, 2018, no. 11, pp. 61–75. (In Russ., abstr. in Engl.)
22. Lappo G.M. Gorodskie aglomeratsii SSSR – Rossii: osobennosti dinamiki v XX v. [Urban Agglomerations of the USSR – Russia: Features of Dynamics in the 20th Century]. In: *Rossiiskoe ekspertnoe obozrenie [Russian Expert Review]*, 2007, no. 4-5 (22), pp. 6–9. (In Russ.)
23. Pokhodnyi zhurnal 1703 goda [Camping Journal of 1703]. Edition 2nd. St. Petersburg, 911, p. 7. (In Russ.)
24. Zhul'nikov A.M., Spiridonov A.M. Drevnosti Petrozavodsk [Antiquities of Petrozavodsk]. Petrozavodsk, Skandinaviya Publ., 2003, 127 p. (In Russ.)
25. Kuuskemaa, Yu. Petr I i Ekaterina I v Tallinne [Peter I and Catherine I in Tallinn]. Tallin, Valgus Publ., 2009, 200 p. (In Russ.)
26. Benda V.N. Inzhenernye problemy v voennoi i grazhdanskoj sfere bezopasnosti rossiiskogo gosudarstva v nachale XVIII v. [Engineering problems in the military and civilian spheres of security of the Russian state at the beginning of the XVIII century]. In: *Istoriya povsednevnosti [History of Everyday Life]*, 2017, no. 1 (3), pp. 35–50. (In Russ., abstr. in Engl.)
27. Semenova L.N. Snabzhenie khlebom Peterburga (pravitel'stvennaya politika) [Bread Supply to St. Petersburg (Government policy)]. In: *Peterburg i guberniya. Istoriko-etnograficheskie issledovaniya [Petersburg and the Province. Historical and Ethnographic Research]*. Leningrad, Nauka Publ., 1989, pp. 5–20. (In Russ.)
28. Petrov P.N. Istoriya Sankt-Peterburga s osnovaniya goroda, do vvedeniya v deistvie vybornogo gorodskogo upravleniya po uchrezhdeniyam o guberniyakh. 1703–1782 [The History of St. Petersburg from the Founding of the City, until the Introduction of Elective City Government for the Institutions of the Provinces. 1703–1782]. St. Petersburg, Glazunov Printing House, 1884. (In Russ.)
29. Timchenko-Ruban, G.I. Pervye gody Peterburga [The First Years of St. Petersburg], Military-historical essay. St. Petersburg, 1901, 206 p. (In Russ.)

Формирование концепции жилого микрорайона в советском градостроительстве 1930-х годов

Конышева Евгения Владимировна (Челябинск). Кандидат искусствоведения, доцент. Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России») (Россия, 111024, Москва, ул. Душинская, 9. НИИТИАГ). Эл. почта: e_kon@mail.ru

Аннотация: В статье освещается ранний этап формирования концепции микрорайона в советском градостроительстве и утверждается, что уже в 1930-е годы были заложены базовые основы этого элемента городской планировки. На основе обобщения имеющихся фрагментарных данных из архивных источников и публикаций в профессиональной прессе реконструируется процесс становления этого понятия в 1930-е годы, его истоки и интерпретации. В статье анализируются научно-практические разработки проектных трестов и научно-исследовательских институтов, направленные на разработку методологии структурирования городского пространства и его конструировании из стандартизированных модульных единиц. Также объектом рассмотрения служит «социалистический» квартал, принципы организации которого анализируются с точки зрения влияния на сложение идеологии советского микрорайона.

Ключевые слова: микрорайон, neighborhood unit, городская планировка, СССР, 1930-е годы

Финансирование. Исследование выполнено за счёт средств Государственной программы фундаментальных научных исследований Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) в рамках Плана фундаментальных научных исследований РААСН и Минстроя России на 2022 год, тема № 1.1.6.1 «Архитектурная модернизация среды жизнедеятельности: история и теория».

Для цитирования. Конышева Е.В. Формирование концепции жилого микрорайона в советском градостроительстве 1930-х годов // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 82–92. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-82-92.

Formation of the Concept of a Residential Microdistrict in the Soviet Urban Planning of the 1930s

Konysheva Evgeniya V. (Chelyabinsk). Candidate in Art Studies, Docent. The Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, branch of the TsNIIP Minstroy of Russia (9, Dushinskaya st., Moscow, 111024. NIITIAG). E-mail: e_kon@mail.ru

Abstract: The article highlights the early stage of the formation of the concept of microdistrict in Soviet urban planning and states that already in the 1930s the basic foundations of this element of urban planning were laid. Based on the generalization of the available fragmentary data from archival sources and publications in the professional press, the process of the formation of this concept in the 1930s, its origins and interpretations are reconstructed. The article analyzes the scientific and practical developments of design trusts and research institutes, focused on the methodology of structuring urban space and its construction from standardized modular units. Also, the object of consideration is the "socialist" quarter, the principles of organization of which are analyzed from the point of view of the influence on the formation of the ideology of the Soviet microdistrict.

Keywords: microdistrict, neighborhood unit, urban planning, USSR, 1930s

Funding. The research was carried out with the funds of the state program of the Russian Federation "Scientific and Technological Development of the Russian Federation" for 2021–2030 within the Plan of Fundamental Scientific Research of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences and the Ministry of Construction of Russia for 2022, topic No. 1.1.6.1 " Architectural modernization of the living environment: history and theory".

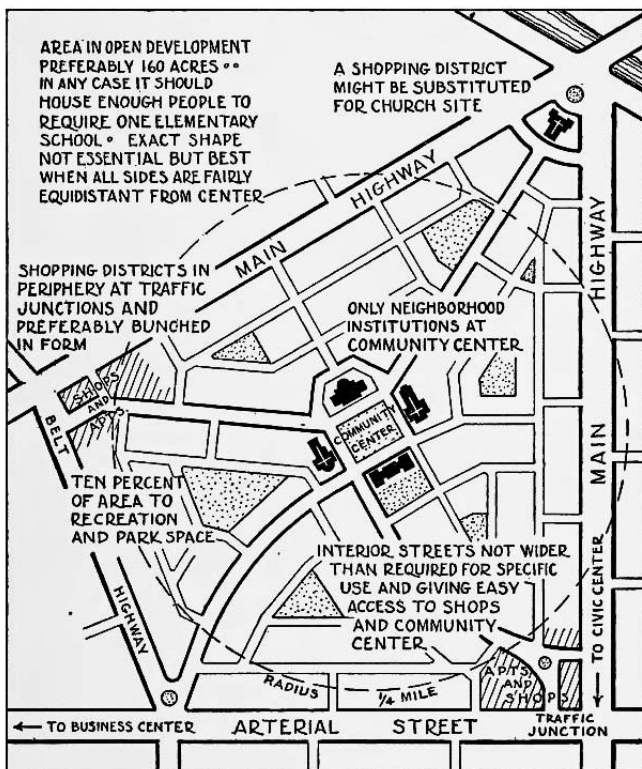
For citation. Konyshova E.V. Formation of the Concept of a Residential Microdistrict in the Soviet Urban Planning of the 1930s. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 3, pp. 82–92, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-82-92.

К концу 1950-х годов в советском градостроительстве окончательно утвердилась концепция микрорайона. Положение о том, что селитебную территорию города следует последовательно членить на жилые районы и микрорайоны, а микрорайон следует принимать в качестве основной формы организации жилой застройки, было закреплено в правилах и нормах застройки городов, утверждённых в 1958 году [1]. На рубеже 1950-х – 1960-х годов началась практическая реализация микрорайонной застройки в советских городах. С этого же времени микрорайонное проектирование стало предметом теоретического анализа. Однако процесс формирования концепции микрорайона в советском градостроительстве по-прежнему остаётся «белым пятном» в архитектуроведческой науке. Единственной работой до настоящего времени является статья Ю.Л. Косенковой «Конкурс на составление экспериментальных проектов жилого микрорайона советского города» [2],

в которой были впервые проанализированы перипетии формирования этого понятия в советском градостроительстве середины 1940-х годов в диалоге с западной теорией и практикой.

В названной статье также впервые акцентирована связь с архитектурно-градостроительными поисками 1930-х годов, но этот ранний этап до сих пор остаётся за гранью научных исследований. Между тем эти поиски оказали влияние на развитие не только советского, но и зарубежного градостроительства, и можно утверждать, что уже в 1930-е годы были сформулированы ключевые аспекты понимания микрорайона, вошедшие впоследствии и в законодательную базу, и в градостроительную практику. Данная публикация представляет собой попытку обобщить имеющиеся фрагментарные данные и показать истоки идеологии советского микрорайона и процесс формирования принципов микрорайонного проектирования.

Как известно, идея микрорайона или, в западной терминологии, «соседской единицы» («Neighborhood Unit»), впервые была сформулирована в США: первая схема была разработана К.А. Перри в 1924 году. На практическом уровне эта система была интерпретирована при разработке районной планировки Нью-Йорка в 1928–1929 годы [3]. Принципиально важным моментом являлось то, что Перри предложил именно планировочную единицу, исходный элемент структурирования городского пространства. Эта планировочная единица базировалась на нескольких ключевых моментах: во-первых, на системе градации городских улиц и соответствующем отказе от сквозного движения в границах микрорайона (за исключением улиц местного значения для связей магистралей с общественными центрами микрорайонов); во-вторых, на наличии открытых пространств как мест для отдыха и коммуникации; в-третьих, на социальной составляющей – ядром микрорайона предполагалась школа, которая должна была стать общественно-культурным центром и основой для расчёта численности населения микрорайона. Кроме того, в микрорайоне предусматривались магазины и обслуживающие учреждения, деятельность которых ограничивалась территорией микрорайона и рассчитывалась на число его жителей. «Соседство» должно было способствовать социальной сплочённости и помочь избежать социальной патологии, отчуждения и гражданского безразличия, стимулировать «чувство местного патриотизма». Для проекта Нью-Йорка все эти концептуальные постулаты были облечены в конкретные цифры: для разных типов «соседств» определялись площадь



К.А. Перри. Схема организации «соседской единицы» («neighborhood unit») [3].

территории, процент застроенных участков и открытых пространств, численность и плотность населения, принципы размещения строений относительно магистрали и т.п. Первым практическим экспериментом воплощения планировочной концепции стал посёлок Рэдборн (1928–1929; арх. К. Стейн, Г. Райт), уже достаточно проанализированный в архитектуроведческой литературе.

Дальнейшее развитие идея получила в Англии, где её основным адептом был Т. Адамс, руководивший ранее разработкой нью-йоркского плана. Своё понимание он изложил в книге «Recent Advances in Town Planning» (1932) [4], переведённой на русский язык в сокращённом варианте и изданной в СССР под названием «Новейшие достижения в планировке городов» (1935) [5]. Также значительный вклад внёс П. Аберкромби как на аналитическом уровне – во втором издании своего фундаментального труда «Town and Country Planning» (1943) [6], так и в практике – при разработке проекта районной планировки Лондонского графства (1944). Теоретические разработки принципов микрорайонного проектирования в Англии и США были сосредоточены в коротком промежутке конца 1920-х – первой половины 1930-х годов и с дальнейшим значительным перерывом вплоть до середины 1940-х, когда началось широкое практическое воплощение этой идеи.

В СССР элита архитекторов и градостроителей была прекрасно осведомлена о новых западных тенденциях, имея доступ к зарубежным изданиям и профессиональной периодике. Однако к формированию «микрорайонной» концепции советская проектная теория и практика подходили с другой стороны – разрабатывая принципы организации «социалистического» города. Основными центрами теоретических поисков и их практической реализации выступали крупные проектные институты – Гипрогор, Гипроград, Горстройпроект, а также Академия коммунального хозяйства и Ленинградский НИИКХ, которые вели собственные научно-практические исследования в области планировки селитебных зон.

В советскую градостроительную терминологию понятие «микрорайон» было привнесено, вероятно, в начале 1930-х годов из теории и практики экономического районирования, приобретшей особую актуальность с началом индустриализации. Речь идёт не только о терминологическом аппарате, частью которого были понятия «макрорайон» – «район» – «микрорайон», но и о сути – членение страны на территориально-производственные комплексы было затем интерпретировано в методологии городской планировки.

Так, в Гипрограде под руководством А.Л. Эйгорна была разработана методика «микрорайонирования территории города» [7], применённая, в частности, в проекте реконструкции Харькова [8]. По своему содержанию это была методика комплексного районирования города, подразумевавшая членение его территории по совокупности признаков (геологических, функциональных, по характеру жилого фонда и т.п.) и формирование «сетки микрорайонирования», служившей основой для составления баланса территории, сетей куль-



К.А. Перри. Пример планировки «соседской единицы» для городского района с застройкой многоквартирными домами (источник: [3])



К.А. Перри. Пример планировки «соседской единицы» для пригородного района с малоэтажной застройкой (источник: [3])

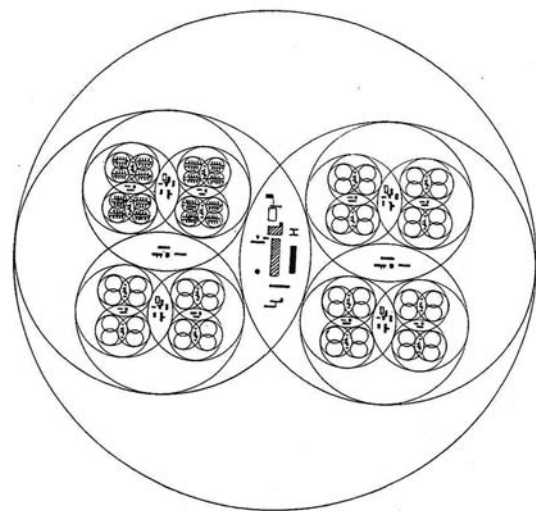


Схема организации социалистического города из модульных единиц. Стандартгорпроект. Архитекторы В. Швагеншайдт, Х. Лаутер. 1931 год (источник: [29, с. 153])

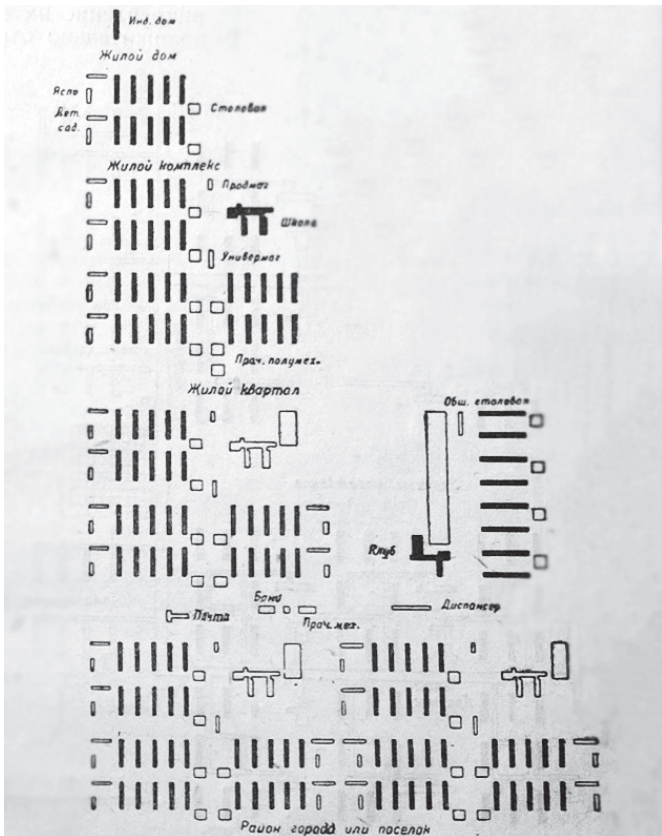


Схема ступенчатой планировки города: жилой дом – жилой комплекс – жилой квартал – жилой район. Стандартгорпроект. 1931 год (источник: [17, с. 18])

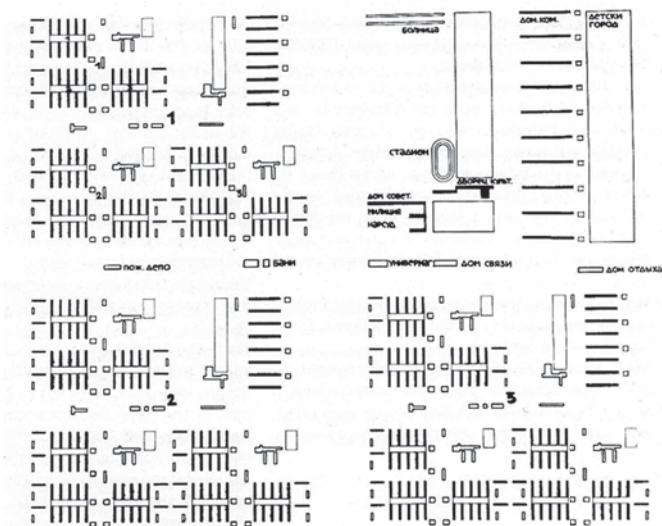


Схема района социалистического города, состоящего из типовых кварталов. Стандартгорпроект. Архитекторы В. Швагеншайдт, Х. Лаутер. 1931 год (источник: [37, с. 98])

турно-бытового обслуживания и т.п. Работы по методологии районирования города активно велись также в Гипрогоре. Отражение проектных наборок института можно видеть в тексте «Архитектурно-планировочная структура города», написанном в конце 1930-х годов для крупномасштабного итогового труда о советском градостроительстве В.А. Витманом, руководителем проектной мастерской, а с 1938 года – главным архитектором ЛенГипрогора¹. Термин «микрорайон» он употребляет по отношению к структурированию уже выделенных по функциональному признаку районов: «Районы города... образуются группой родственных элементов города. Внутри такого района эти элементы могут быть подвергнуты ещё некоторой дифференциации по разным признакам... подразделение или микрорайонирование». Подобное микрорайонирование применялось и к промышленным, и к селитебным районам, причём проводилось оно исключительно по функциональному признаку – например, микрорайоны комплексов здравоохранения, вузовских городков, коммунальных сооружений. Селитебную территорию в части жилых кварталов также предполагалось делить на микрорайоны в случае, если она была расчленена какими-либо естественными условиями или искусственными сооружениями.

Подобное заимствование метода «комплексного районирования» с переносом его на городскую структуру выглядит вполне естественным процессом, поскольку крупные проектные тресты, такие как Гипрогор, Госстрройпроект, Гипроград были вовлечены в составление проектов районных планировок.

Логично, что в рамках подобного функционального районирования и микрорайонирования и сформировалось понятие «жилого микрорайона», которое употреблялось в 1930-е годы по отношению к селитебной зоне именно с уточняющим определением – «жилой». Термин «жилой микрорайон» использовался как синонимичный «группе кварталов» или «жилому подрайону». В этом значении он разрабатывался, например, в Ленинградском НИИ коммунального хозяйства, и это получило отражение в работах Ю.Г. Круглякова [9, 10]. Структуру жилой зоны в работе 1933 года Ю.Г. Кругляков представляет следующим образом: 1) жилой район; 2) жилой подрайон (часть жилого района, жилой массив, не прерываемый улицами транзитного движения или иными крупными территориями нежилого назначения); 3) квартал (комплекс жилых зданий, культурно-бытовых устройств, санитарно-гигиенического оборудования и зелёных насаждений, представляющих собой единую социально-бытовую организацию, расположенную на территории, не перерезаемой проездами общественного пользования) [9, с. 21]. Однако уже в работе 1937 года, опубликованной совместно с Н.С. Бродовичем, понятие «подрайон» заменяется «микрорайоном» и в том числе указывается, что проектирование кварталов должно вестись с учётом микрорайонных связей и организации культурного

¹ Социалистическое градостроительство в СССР. Часть 7. Витман В.А. Архитектурно-планировочная структура города (1939) // Российский государственный архив в г. Самаре (РГА в г. Самаре). Ф. Р-147. Оп. 1. Д. 66. За этот материал автор выражает признательность Ю.Д. Старостенко.

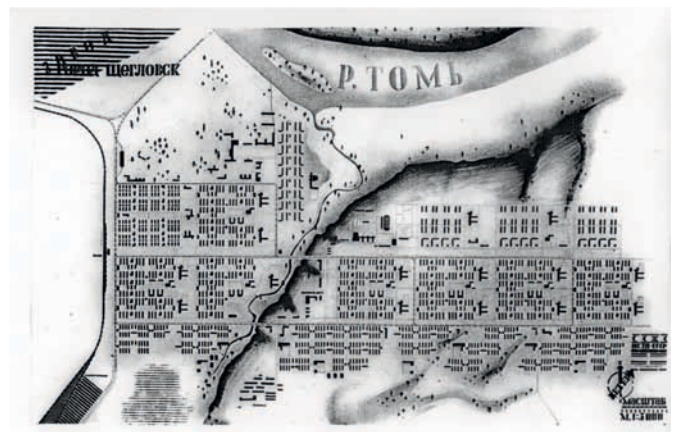
и бытового обслуживания микрорайона [10, с. 29]. Важным представляется указание авторов на разрабатываемую в ЛНИИКХ научную тему о микрорайонном проектировании, лишь упомянутую в книге [10, с. 29]. Это упоминание подтверждается также архивными документами, свидетельствующими, что в институте разрабатывались вопросы структуры и нормативов планировки «жилых микрорайонов»².

В середине 1930-х годов понятие микрорайона как части жилого района и/или синонима группы кварталов, вероятно, было уже достаточно распространено и как минимум являлось предметом научно-теоретических исследований. Элементом исследовательской работы Центрального института коммунальной санитарии и гигиены Наркомздрава РСФСР было изучение габаритов микрорайона (площадь и численность населения); организации пешеходного движения внутри микрорайона; оптимального местоположения культурно-бытовых учреждений и хозяйственных точек; планировки зелёных насаждений [11, с. 96]. Преимущества микрорайонного проектирования обосновывались прежде всего с точки зрения эффективности организации территории жилой зоны, позволяющей «добиться определённой системы организации застройки, обеспечивающей правильное, чёткое и функциональное распределение территории, расстановки зданий и обслуживающих элементов, а также и повышения плотности без ущерба для гигиены, санитарии и эстетики» [12, с. 28]. Актуальной задачей признавалось также определение объёма и содержания самого проекта планировки микрорайона [13, с. 36]. К концу 1930-х годов фиксируются и опыты прикладной конкретизации – в Институте градостроительства Академии архитектуры СССР в 1940 году разрабатывалась крупномасштабная тема «Принципы планировки и застройки Юго-Западного района Москвы». Жилая застройка района предполагалась в виде микрорайонов из ряда объединённых кварталов, при этом рассматривались архитектурно-планировочные принципы, просчитывались экономическая эффективность микрорайонной планировки и санитарно-гигиенические преимущества [14].

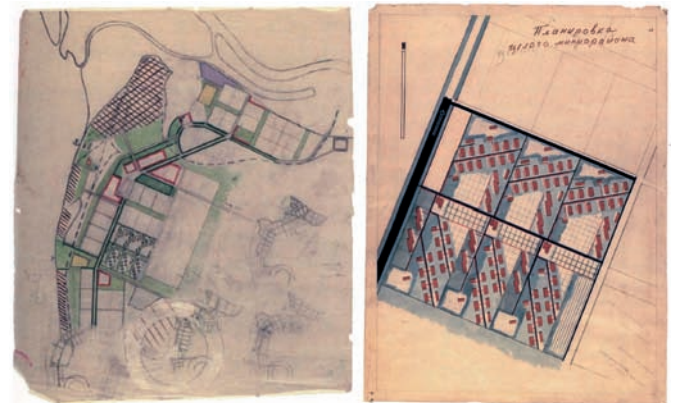
Однако для анализа формирования концепции микрорайона недостаточно ограничиться констатацией употребления термина как такового. Тем более что терминологический аппарат 1930-х годов противоречив и неустойчив, одни и те же элементы обозначались разными понятиями, одни и те же понятия имели разное значение в трудах разных авторов или в наработках разных проектных институтов. Для рассмотрения вопроса о том, как формировалось сущностное содержание концепции, необходимо обратиться к поискам принципов структурирования жилой зоны в советском градостроительстве 1930-х годов.

Для низового звена структуры селитебной части города советское градостроение 1920-х – 1930-х годов и на законодательном, и на практическом уровне оперировало традици-

² Центральный государственный архив научно-технической информации С.-Петербурга (ЦГАНТД С.-Петербурга). Ф. Р-275. Оп. 21. Д. 330, 331, 392, 472.



Проект планировки города Щегловска (Кемерово). Схема генплана. Стандартгорпроект. Архитекторы Э. Май (рук. проектной группы), В. Швагеншайдт. 1932 год (источник: Государственный научно-исследовательский музей архитектуры им. А.В. Щусева. ОФ-273/123)



Эскиз проекта города Котласа. Планировка жилого района из типовых кварталов. АСИ. Дипломный проект В. Колпаковой, Н. Колпаковой. 1931 год (источник: [38, с. 191])

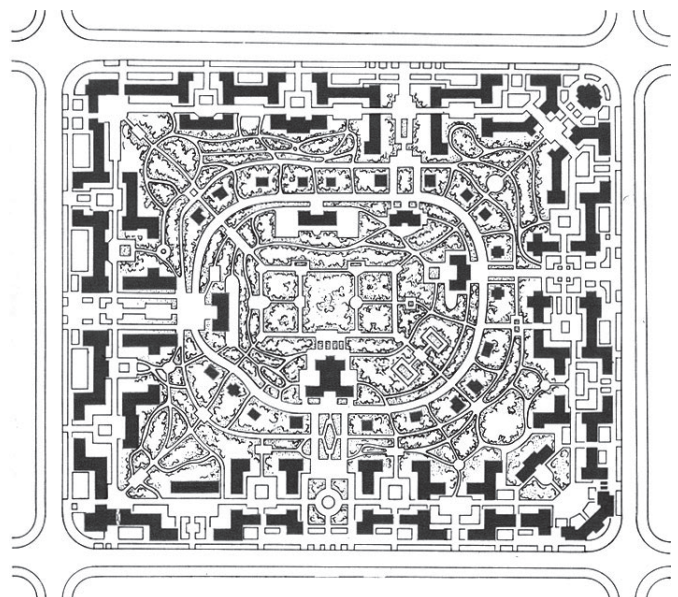
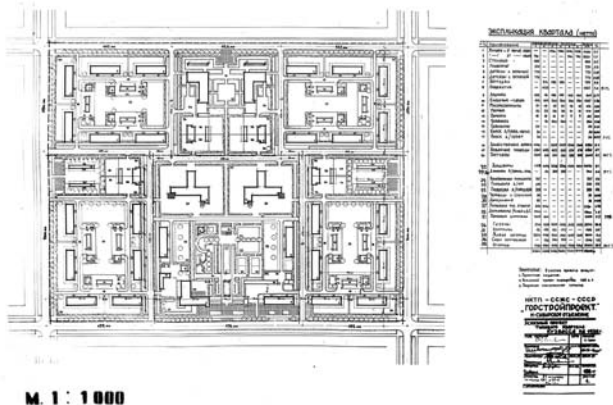


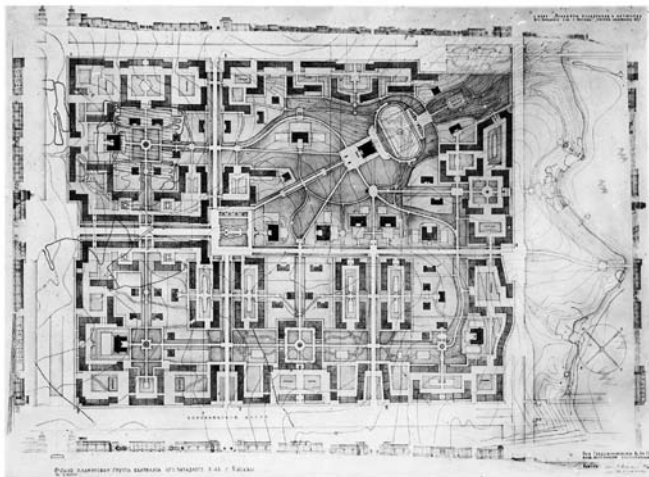
Схема проекта укрупненного квартала. Архитектор В.В. Кратюк. 1938–1939 годы (источник: [39, с. 77])

ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ТИПОВОГО КВАРТАЛА КУЗБАССА НА - 35 г.



М. 1 : 1000

Эскизный проект типового квартала Кузбасса. Горстрой-проект, Новосибирское отделение. Архитекторы И.И. Соколов-Добреев (рук. проектной бригады), Г. Тумбак. 1934 год (источник: ГАНУ. Ф. Р-2102. Оп. 2. Д. 338)



Эскиз планировки группы кварталов Юго-Западного района Москвы. Мастерская экспериментального проектирования и планировки Института градостроительства Академии архитектуры СССР. Архитекторы В.В. Кратюк, К.Ф. Князев. 1940 год (источник: РГА в г. Самаре. Ф. Р-147. Оп. 1-1. Д. 86. Л. 30 об.)

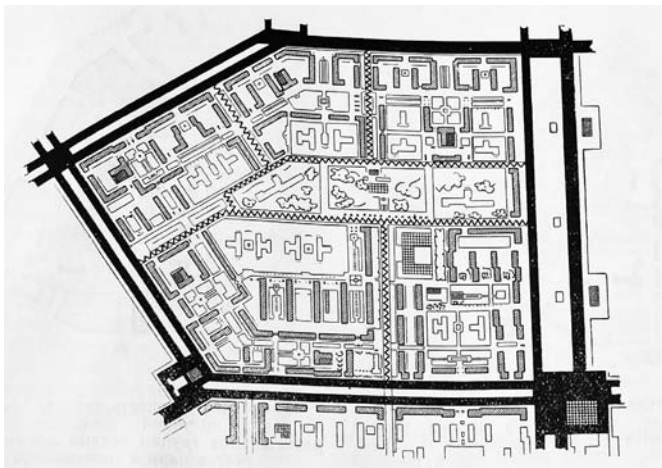


Схема планировки укрупненного жилого квартала из нескольких жилкомплексов. Гипрогор. 1933 год (источник: [16, с. 29])

онным понятием «жилой квартал». При этом декларировалось принципиальное отличие «социалистического» квартала от «капиталистического», и именно работа над планировочной и содержательной сущностью «социалистического» квартала стала одной из базовых основ будущей концепции микрорайона.

Первые попытки осмысления «советского» квартала датируются началом 1930-х годов [15], однако о сложившемся его понимании и методологии проектирования можно говорить с середины 1930-х годов, что стало результатом интенсивной проектной и строительной практики в годы первой пятилетки. Не случайно, что своё видение квартала представили к середине 1930-х годов все ведущие проектные и научные институты – Гипрогор, Стандартгорпроект, Гипроград, ЛНИИКХ, Академия коммунального хозяйства РСФСР [9; 10; 16–19]. Ключевым моментом являлось то, что «социалистический» квартал получил двоякую составляющую – планировочную и социальную, он понимался как «комплекс жилых зданий, культурно-бытовых устройств, санитарно-гигиенического оборудования и зелёных насаждений, представляющих собой единую жилищно-бытовую организацию, расположенную на территории, не перерезаемой проездами общественного пользования» [9, с. 21].

С точки зрения планировочной, советская теория и практика продолжала применять традиционное построение городской планировки «сверху – вниз», где размер квартала как структурной единицы определялся построением уличной сети и зависел от соответствующей сетки магистралей и улиц [20, с. 54]. Однако обращает на себя внимание утвердившийся на теоретическом, практическом и законодательном уровнях запрет на пересечение квартала транзитными транспортными артериями, вероятно, сформировавшийся под влиянием концепции «neighborhood unit» К.А. Перри и в целом американских градостроительных наработок 1920-х годов. С точки зрения социальной, квартал понимался как целостный «жилищно-бытовой» организм с обобществлённой системой культурно-бытового обслуживания: «планировочное решение квартала и его архитектурно-пространственная организация есть прямая функция организации быта населения квартала» [21, с. 21]. Непосредственным истоком социального аспекта была концепция жилкомбината конца 1920-х – начала 1930-х годов, оказавшая решающее влияние на формирование идеи квартала со значительной ролью обобществлённого обслуживающего сектора и понимание его как единого социального организма. Не случайно, в первой половине 1930-х годов зачастую употреблялось понятие «квартал-комбинат» [14; 21]. Официальное понимание квартала было закреплено в Инструкции НККХ РСФСР «О проведении гражданского (непромышленного) строительства в 1933 г.» [22]: во-первых, квартал представляет с социально-бытовой и планировочной стороны единый комплекс; во-вторых, планировочно квартал является территорией, ограниченной со всех сторон магистральными улицами и может иметь «внутренние улицы» или проезды; в-третьих, имеет сформированную структуру сетевого общественного обслуживания и соответствующее функциональное

зонирование территории; в-четвёртых, является «элементом населённого места» и органически с ним связан – с одной стороны, единой системой магистралей, соединяющих жилой район с остальными частями населенного пункта, с другой стороны, единой системой сетевого обслуживания.

Именно концепция ступенчатой системы культурно-бытового обслуживания стала ещё одной базовой основой будущей концепции микрорайона. Устоявшаяся в советской историографии точка зрения гласила, что основы построения сетей обслуживания как взаимоувязанной системы были заложены ещё до Великой Отечественной войны, а принцип ступенчатого построения этой системы был разработан уже в 1950-е годы (Г.А. Градов и др.)³, что, собственно, и изменило подход к структурной организации жилой застройки и породило новое градостроительное понятие «микрорайон». Новая структура выглядела следующим образом: «...микрорайон, разбитый на жилые группы, численность населения которых определялась первичной сетью детских учреждений. Число групп в микрорайоне диктовалось размером школы и других бытовых учреждений. Несколько микрорайонов должны были составлять район с учреждениями обслуживания районного масштаба (спорт, кинотеатры, больницы и т.д.), а несколько районов формировать города в целом с общегородскими элементами управления и обслуживания (административные здания, универсамы, театры и т.п.)» [23, с. 79].

Однако ступенчатая система сетей обслуживания была разработана уже в 1930-е годы и являлась как предметом теоретических исследований [24; 25], так и частью проектов генпланов новых «социалистических городов»⁴. Но, как видно из вышеприведённой цитаты, речь идёт не столько о системе как таковой, сколько о связанном с ней иерархическом структурировании городского пространства и конструировании его из модульных единиц. Первым шагом стали проекты организации городской структуры из «одноуровневых» типовых планировочных модулей – жилкомбинатов или кварталов, характерными примерами такого рода можно назвать проекты А.А. и В.А. Весниных для «соцгородов» при Кузнецком металлургическом комбинате и для Сталинградского промышленного района (1930), конкурсный проект «города-коммуны» Автостроя (1930, бригада МВТУ, рук. А.Г. Мордвинов), проект соцгорода «Новый Харьков» при Харьковском тракторном заводе (1930, рук. П.Ф. Алешин) и др. Однако при значительном увеличении размеров и численности населения города двухступенчатая структура (типовые кварталы с системой начального социально-бытового обслуживания и общегородские пространства и учреждения) не могла обеспечить эффективное функционирование городского организма. Насущной задачей стала необходимость создания иерархизированной системы планировочных элементов.

³ Обоснование системы, предложенное Г.А. Градовым см. напр.: [26].

⁴ Подробно об этом см.: [27]

⁵ БРИЗ – Бюро рационализации и изобретательства.

Общее поле практики планировки и застройки городов, как и взаимовлияние градостроительных поисков, породили в первой половине 1930-х годов методологический консенсус в крупнейших проектных трестах – Горстройпроекте, Гипрогоре, Гипрограде. При возможном различии в терминологии схема иерархически выстроенной структуры селитебной зоны выглядела примерно следующим образом: 1) жилой дом; 2) жилой комплекс (группа жилых домов, объединённая элементами первичного культурно-бытового обслуживания); 3) квартал или «квартал-комбинат», объединяющий нескольких жилых комплексов; 4) «комплекс кварталов», «укрупнённый квартал» «подрайон» или «микрорайон»; 5) жилой район. Каждый из планировочных элементов обладал «типовым набором» обслуживающих учреждений: в жилом комплексе – детские ясли и детский сад, физкультурные площадки; квартальный соцкультбыт включал магазин, столовую, клуб-примитив, сеть физкультурных сооружений и коммунально-хозяйственную зону; ядром комплекса кварталов являлась школа; район имел универсам, кино, амбулаторию и другие объекты некаждодневного пользования. В проектах разных институтов и мастерских существовали вариации масштабов планировочных элементов, их архитектурно-планировочной организации и состава обслуживающих учреждений, а также дискутировались методы расчётов, проектные нормативы, ставился вопрос в целом о социально-экономической обоснованности и реалистичности «оптимумов» обслуживания [28]. Однако в целом это был совершенно новый принцип градостроительного планирования – планомерная организация городского пространства «снизу–вверх», от первичной единицы к целому на основе мультипликации стандартизированных модульных элементов. Первые концептуальные разработки подобной структуры датируются уже 1931 годом, и начало было положено в проектом институте Стандартгорпроект. Основными разработчиками выступали иностранный специалист В. Швагеншайдт в сотрудничестве с П.Н. Блохиным, бывшим в 1932 году руководителем группы в Секторе рационализации и БРИЗ⁵. В. Швагеншайдт



Эскиз планировки кварталов смешанной застройки города Магнитогорска (укрупненные кварталы). Ленгипрогор. Архитекторы Б.В. Данчич и др. 1933 год (источник: [40, с. 49])

изложил итоги совместной работы в феврале 1932 года в своём докладе в Эссене перед архитекторами германского Веркбунда [29], П.Н. Блохин опубликовал её результаты в советском профессиональном поле [30; 31]. Теория сопровождалась концептуальными графическими схемами, которые нашли свою практическую интерпретацию в проектах «социалистических городов», разработанных в Стандартгорпроекте/Горстройпроекте в 1931–1932 годы [Магнитогорск, Новокузнецк (Сталинск), Кемерово (Щегловск), Ленинск, Н. Тагил и др.]⁶.

Не случайно передовой характер поисков советских градостроителей был сразу оценён западным профессиональным сообществом, прежде всего в США и Великобритании. В середине 1930-х годов специализированная архитектурно-градоведческая пресса писала о советском «микрорайоне» в тональности признания советского приоритета: «...принцип планировки городов, который назван «микрорайоном» поборниками его в Англии и Америке и который нашёл энергичных сторонников в США (план Нью-Йорка и его окрестностей), между тем как в настоящее время он осуществляется в новых городах в России»⁷. П. Аберкромби опубликовал в 1935 году в своей статье схему ступенчатой структуры «социалистического города», разработанную под руководством В. Швагеншайдта и П.Н. Блохина в Стандартгорпроекте и сопроводил её подписью «Progressive Unit Planning» [33, с. 207]. В 1943 году во втором издании книги «Town and Country Planning» он снова вернулся к этому проекту: «Теория, которая была опробована в России, стремится построить всю городскую массу посредством всё более крупных и сложных единиц, достигающих кульминации в общественном центре» [6, с. 150]⁸. Как прогрессивная и перспективная идея городского планирования расценивалось не только концепция иерархической структуры, но и идея микрорайона как стандартизированного планировочного модуля, за что западные специалисты считали необходимым «отдать должное» русским коллегам [34, с. 170]. Советские разработки «микрорайона» 1930-х годов как предмет интереса западных градостроителей неоднократно упоминались авторами трудов-обзоров современного жилищного строительства Великобритании и США, выполненных в 1945 году по заказу Комитета по делам архитектуры⁹. Передовой характер разработок 1930-х годов прекрасно понимали и советские архитекторы в середине 1940-х, в том числе это получило отражение в материалах конкурса на составление экспериментальных проектов жилого микрорайона 1945–1946 годов [2].

Однако во второй половине 1930-х годов была явственно наблюдаема трансформация идеологии квартала от социально-бытовой единицы к элементу общего ансамблевого решения городской планировки. Акцентирование ансамблевой со-

ставляющей в советском градостроительстве второй половины 1930-х – начала 1950-х годов отодвинула на второй план массовое жилище и соответствующие поиски оптимального функционального решения жилых зон. Кроме того, само существование относительно автономных социально-бытовых объединений в их собственной архитектурно-пространственной оболочке расценивалось как угроза господствующей идее целостности советского города и советского общества – «самостоятельные городки, оторванные от целого» были недопустимы [35, с. 4]. Это неприятие было перенесено на оценку западной идеи микрорайона как автономного «соседства» с неподконтрольными государству социальными связями: «стремление западно-европейских и американских планировщиков организовать микрорайон как замкнутый в себе социально-бытовой и территориальный организм ведёт к отрыву и изоляции микрорайона от массовой общественно-политической деятельности, от общей жизни города. Такая трактовка микрорайона должна быть решительно осуждена как противоречащая структуре социалистического города»¹⁰. Всплеск интереса в середине 1940-х годов и к западным, и к предшествующим советским поискам, порождённый крупномасштабной задачей послевоенного восстановления городов, оказался кратковременным. Проблема была «заморожена» до начала осуществления политики массового жилищного строительства эпохи Н.С. Хрущёва, когда идея микрорайона и в целом модульной структурной организации селитебных зон стала как нельзя более актуальной.

Таким образом, можно с уверенностью говорить, что концептуальные поиски конца 1950-х – начала 1960-х годов опирались на теоретические разработки и практику 1930-х, даже если это не декларировалось публично. Речь идёт, прежде всего, об идеологии «социалистического» квартала не только как планировочной единицы, а как социального организма; о формировании ступенчатой системы культурно-бытового обслуживания; о методе последовательного иерархического структурирования городского пространства и его конструировании из стандартизированных модульных единиц. Эти положения стали базовой основой методологии микрорайонного проектирования, как и возможности её реализации уже с конца 1950-х годов сначала в экспериментальном проектировании [36], а затем и в регулярной градостроительной практике. «Правила и нормы планировки и застройки городов» 1958 года, законодательно утвердившие новые градостроительные принципы, со всей очевидностью демонстрируют взаимосвязь эпох в изложении конкретных принципов и нормативов в проектировании жилых районов [1]. «Возрождение» прогрессивных достижений 1930-х годов стало возможным в том числе благо-

⁶ Подробно об этом см.: [32]

⁷ Современные проблемы планировки микрорайона в Англии // РГАЭ. Ф. 9432. Оп. 1. Д. 349. Л. 19.

⁸ В оригинале: «A theory, which has been tried in Russia, seeks to build up the whole urban mass by means of progressively larger and more complex units culminating in the civic centre».

⁹ Вольфензон Е.Я., Гроссман В.Г., Коган Б.Л. Планировка жилого микрорайона в Англии // РГАЭ. Ф. 9432. Оп.1. Д. 348; Лакаса Л. Современные проблемы планировки микрорайона в Англии // РГАЭ. Ф. 9432. Оп. 1. Д. 349.

¹⁰ Экспертные заключения по экспериментальным проектам микрорайонов за 1946 г. // РГАЭ. Ф. 9432. Оп.1. Д. 194. Л. 6.

даря не прерванной ниточке преемственности. В 1950-е годы теоретическую и практическую работу продолжали П.Н. Блохин, А.А. Галактионов, П.И. Гольденберг, Д.М. Соболев, В.И. Долганов, Ю.Г. Кругляков и другие специалисты, чья деятельность в 1930-е годы в том числе была связана поисками концепции советского квартала. Как и проектные институты (Гипрогор, Горстройпроект, Гипроград), которые сохранили сформировавшиеся к этому времени собственные школы комплексного градостроительного проектирования сохранили в своих анналах и в профессиональной памяти специалистов проектную методологию «функционального» городаначала 1930-х годов. Наличие подобной базы смогло обеспечить достаточно быстрый – за несколько лет – переход от концепции города-ансамбля к новым градостроительным принципам в их тесной увязке с типовым проектированием и индустриальным строительством.

Список источников

1. Правила и нормы планировки и застройки городов. СН 41-58. – Москва : Госстройиздат, 1959. – Текст : непосредственный.
2. Косенкова, Ю.Л. Конкурс на составление экспериментальных проектов жилого микрорайона советского города / Ю.Л. Косенкова. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследие. – 1996. – Вып. 40. – С. 177–184.
3. Perry, C.A. The Neighborhood Unit, a Scheme of Arrangement for the Family-Life Community / C.A. Perry. – Текст : непосредственный // Regional Survey of New York and its Environs. – Vol. VII. – New York : Regional plan of New York and its environs, 1929. – P. 22–140.
4. Adams, T. Recent Advances in Town Planning / T. Adams, F.L. Thompson, E.M. Fry and J. W.R. Adams. – London : J. & A. Churchill, 1932. – Текст : непосредственный.
5. Адамс, Т. Новейшие достижения в планировке городов / Т. Адамс. – Москва : Всесоюзная академия архитектуры, 1935. – 118 с. – Текст : непосредственный.
6. Abercrombie, P. Town and Country Planning / Abercrombie P. – London : Oxford Univ. Press, 1943. – 256 p. – Текст : непосредственный.
7. Эйгорн, А.Л. Методика микрорайонирования территории городов / А.Л. Эйгорн. – Текст : непосредственный // Проектирование социалистических городов. – 1937. – Вып. 6-7. – С. 34–36.
8. Эйгорн, А.Л. Социалистическая реконструкция Харькова / А.Л. Эйгорн. – Текст : непосредственный // Социалистический город. – 1935. – № 10-11. – С. 10–17.
9. Кругляков, Ю.Г. Реконструкция жилых кварталов / Ю.Г. Кругляков. – Ленинград–Москва : Стандартизация и рационализация, 1933. – Текст : непосредственный.
10. Бродович, Н.С. Вопросы рационализации планировки жилых зданий и кварталов / Н.С. Бродович, Ю.Г. Кругляков. – Ленинград : ЛНИИКХ, 1937. – Текст : непосредственный.
11. Зеленко, А.У. Современная планировка и проектирование жилых кварталов в области санитарно-гигиенической, культурно-бытовой и архитектурной / А.У. Зеленко. – Текст : непосредственный // Материалы конференции по вопросу о жилом квартале. 20–22 декабря 1936 г. – Москва : Государственный центральный научно-исследовательский институт коммунальной санитарии и гигиены, 1936. – С. 92–113.
12. Баронян, В.М. Правильно ли мы подходим к планировке наших городов / В.М. Баронян. – Текст : непосредственный // Социалистический город. – 1937. – № 2. – С. 25–30.
13. Симонов, Г.А. Планировка жилых кварталов / Г.А. Симонов. – Текст : непосредственный // Архитектура Ленинграда. – 1938 – № 2. – С. 36–38.
14. Старостенко, Ю.Д. Поиски принципов проектирования нового Юго-западного района Москвы в 1935–1941 годах (по материалам Института градостроительства Академии архитектуры СССР) / Ю.Д. Старостенко. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 2. – С. 47–58.
15. Гольденберг, П.И. Проблема жилого квартала / П.И. Гольденберг, В.И. Долганов. – Москва–Ленинград : Техника управления, 1931. – 96 с. – Текст : непосредственный.
16. Галактионов, А. Жилой квартал. Организация, нормы и условия планировки / А. Галактионов, Д. Соболев. Москва : Госстройиздат, 1934. – 108 с. – Текст : непосредственный.
17. Блохин, П.Н. Типизация жилищ и общественных зданий при планировке населённых мест. Практика работ Союзстандартжилстроя 1932 г. / П.Н. Блохин. – Москва–Ленинград : Госстройиздат, 1933. – 64 с. – Текст : непосредственный.
18. [Шелейховский Г.В.] Жилой квартал как низовое звено города, его элементы и нормативы / Г.В. Шелейховский. – Текст : непосредственный // Планировка и социалистическая реконструкция городов. Вып. 1. Общие проблемы / Ф.В. Попов, Н.Д. Ефремов, А.М. Борщевский. – Москва : Власть советов, 1934. – С. 164–218.
19. Стамо, Н.Л. Жилой квартал / Н.Л. Стамо. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов сектора жилых и общественных зданий Академии коммунального хозяйства при СНК РСФСР. – Москва, 1935.
20. Касьянов, А.М. Жилой квартал и его реконструкция / А.М. Касьянов. – Текст : непосредственный // Первая всесоюзная конференция по планировке и строительству городов : Тезисы докладов на секциях. – Москва : Власть Советов, 1933. – С. 53–58.
21. Кривошеев, А.К. Основы проектирования жилого квартала / А.К. Кривошеев. – Ростов-на-Дону : [б.и.], 1935. – 128 с. – Текст : непосредственный.
22. О проведении гражданского (непромышленного) строительства в 1933 г. : Инструкция НККХ РСФСР № 135 от 29 апреля 1933 г. – Текст : непосредственный // Наше строительство. – 1933. – № 13. – С. 338–341.
23. Былинкин, Н.П. Современная советская архитектура 1955–1980 гг. / Н.П. Былинкин, А.В. Рябушин. – Москва : Стройиздат, 1985. – 224 с. – Текст : непосредственный.
24. Давидович, В.Г. Вопросы планировки новых городов / В.Г. Давидович. – Ленинград : ЛНИИКХ, 1934. – 192 с. – Текст : непосредственный.

25. Евтихийев, И.И. Технично-экономические расчеты при планировке городов / И.И. Евтихийев. – Москва–Ленинград : ОНТИ, 1936. – 100 с. – Текст : непосредственный.

26. Градов, Г. Этапы развития системы коллективного расселения в городах / Г. Градов. – Текст : непосредственный // Архитектура СССР. – 1961. – № 6. – С. 36–45.

27. Меерович, М.Г. Кладбище соцгородов: градостроительная политика в СССР (1928–1932 гг.) / М.Г. Меерович, Е.В. Конишева, Д.С. Хмельницкий. – Москва : Российская политическая энциклопедия, 2011. – 270 с. – Текст : непосредственный.

28. Косенкова, Ю.Л. Жизнь в «соцгородах» начала 1930-х гг. – Текст : непосредственный // Проект Байкал. – 2023. – № 3.

29. Норманн, Е. Städtebau in der UdSSR / Е. Норманн. – Текст : непосредственный // Die Form. – 1932 – № 5. – С. 152–154.

30. Блохин, П.Н. Жилой комплекс и типовые планы жилых зданий / П.Н. Блохин. – Текст : непосредственный // Реконструкция городов в СССР. 1933–1937. – Т. 1. – Москва : Стандартизация и рационализаторство, 1933. – С. 295–314.

31. Блохин, П.Н. Планировка жилых кварталов соцгорода. Опыт четырёхлетней работы Стандартгорпроект / П.Н. Блохин. – Текст : непосредственный // Архитектура СССР. – 1933. – № 5. – С. 4–8.

32. Конишева, Е.В. Европейские архитекторы в советском градостроительстве эпохи первых пятилеток / Е.В. Конишева. – Москва : БуксМарт, 2017. – 424 с. – Текст : непосредственный.

33. Abercrombie, P. Slum Clearance and Planning: the Re-Modelling of Towns and Their External Growth / P. Abercrombie. – Текст : непосредственный // The Town Planning Review. – 1935. – Vol. 16. – P. 195 – 208.

34. Kaufmann, E.C. Neighbourhood Units as New Elements of Town Planning / E.C. Kaufmann. – Текст : непосредственный // Journal of the Royal Institute of British Architects. – 1936. – Vol. 44. – P. 165–175.

35. Мостаков, А.М. Квартал в системе города / А.М. Мостаков. – Текст : непосредственный // Архитектура СССР. – 1940. – № 9. – С. 4–6.

36. Застройка жилых микрорайонов / В.А. Шквариков. – Москва : Госстройиздат, 1959. – 164 с. – Текст : непосредственный.

37. Preusler, B. Walter Schwagenscheidt. 1886–1968. Architektenideale im Wandel sozialer Figuration / B. Preusler. – Stuttgart: Deutsche Verlag Anstalt, 1985. – Текст : непосредственный.

38. Зюскевич, О.М. От ВХУТЕМАСа к МАРХИ. 1920–1936. Архитектурные проекты из собрания музея МАРХИ / О.М. Зюскевич, Л.И. Иванова-Везн, Т.В. Лысова. – Москва : А-Фонд, 2005. – 232 с. – Текст : непосредственный.

39. Бунин, А.В. История градостроительного искусства: В 2-х томах : Т. 2. / А.В. Бунин, Т.В. Саваренская. – Москва : 1979 – 411 с. – Текст : непосредственный.

40. Данчич, Б.В. О системах застройки / Б.В. Данчич. – Текст : непосредственный // Архитектура Ленинграда. – 1938. – № 2. – С. 49–51.

References

1. Pravila i normy planirovki i zastroyki gorodov [Rules and Norms for Planning and Building Cities]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1959. (In Russ.)

2. Kosenkova Yu. L. Konkurs na sostavlenie eksperimental'nykh proektov zhilogo mikroraiona sovetskogo goroda [Competition for the Preparation of Experimental Projects for a Residential Microdistrict of a Soviet City]. In: *Arhitekturnoe nasledstvo [Architectural Heritage]*, 1996, Iss. 40, pp. 177–184. (In Russ.)

3. Perry C.U. The Neighborhood Unit. In: *Regional Survey of New York and Its Environs*, 1929, Vol. 7. “Neighborhood and Community Planning”. New York, Regional Plan of New York and Its Environs Publ., 1929, pp. 22–140. (In Engl.)

4. Adams T. Recent Advances in Town Planning. London, J. & A. Churchill, 1932. (In Engl.)

5. Adams T. Noveishie dostizheniya v planirovke gorodov [The Latest Advances in Urban Planning]. Moscow, All-Union Academy of Architecture Publ., 1935. (In Russ.)

6. Abercrombie P. Town and Country Planning. London, Oxford Univ. Press, 1943. (In Engl.)

7. Ejngorn A.L. Metodika mikroraionirovaniya territorii gorodov [Methodology for Microzoning the Territory of Cities]. In: *Proektirovanie socialisticheskikh gorodov [Planning of Socialist Cities]*, 1937, no. 6-7, pp. 34–36. (In Russ.)

8. Ejngorn A.L. Sotsialisticheskaya rekonstruktsiya Har'kova [Socialist Reconstruction of Kharkov]. In: *Sotsialisticheskij gorod [Socialist City]*, 1935, no. 10-11, pp. 10–17. (In Russ.)

9. Kruglyakov Yu.G. Rekonstruktsiya zhilykh kvartalov [Reconstruction of Residential Areas]. Moscow, Leningrad, Standartizatsiya i ratsionalizatsiya Publ., 1933. (In Russ.)

10. Brodovich N.S., Kruglyakov Yu.G. Voprosy ratsionalizatsii planirovki zhilykh zdaniy i kvartalov [Issues of Rationalizing the Layout of Residential Buildings and Residential Areas]. Leningrad, LNIKKH Publ., Leningrad, 1937. (In Russ.)

11. Zelenko A.U. Sovremennaya planirovka i proektirovanie zhilykh kvartalov v oblasti sanitarno-gigienicheskoi, kul'turno-bytovoi i arkhitekturnoi [Modern Planning and Design of Residential Areas in the Field of Sanitary, Cultural and Architectural]. In: *Materialy konferentsii po voprosu o zhilom kvartale [Proceedings of the Conference on the Issue of a Residential Quarter]*, December 20–22, 1936. Moscow, State Central Research Institute of Municipal Sanitation and Hygiene Publ., 1936, pp. 92–113. (In Russ.)

12. Baronyan V.M. Pravil'no li my podkhodim k planirovke nashikh gorodov [Are we Planning our Cities in the Right Way?]. In: *Sotsialisticheskij gorod [Socialist City]*, 1937, no 2, pp. 25–30. (In Russ.)

13. Simonov G.A. Planirovka zhilykh kvartalov [Layout of Residential Areas]. In: *Arhitektura Leningrada [Architecture of Leningrad]*, 1938, no. 2, pp. 36–38. (In Russ.)

14. Starostenko Yu.D. Poiski principov proektirovaniya novogo Yugo-Zapadnogo raiona Moskvyy v 1935–1941 godakh (po materialam Instituta gradostroitel'stva Akademii arkhitektury SSSR) [The Search for the Principles of Designing

- New Southwestern District of Moscow in 1935–1941 (based on the materials of the Institute of Urban Planning of the Academy of Architecture of the USSR). In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2022, no. 2, pp. 47–58. (In Russ., abstr. in Engl.)
15. Gol'denberg P.I., Dolganov V.I. Problema zhilogo kvartala [Residential Area Problem]. Moscow, Leningrad, Tekhnika upravleniya Publ., 1931. (In Russ.)
16. Galaktionov A., Sobolev D. Zhiloi kvartal. Organizatsiya, normy i usloviya planirovki [Residential Area. Organization, Norms and Conditions of Planning]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1934. (In Russ.)
17. Blokhin P.N. Tipizatsiya zhilishch i obshchestvennykh zdaniy pri planirovke naselennykh mest. Praktika rabot Soyuzstandartzhilstroya 1932 goda [Typification of Dwellings and Public Buildings in the Planning of Populated Areas. Work Practice of Soyuzstandartzhilstroy 1932]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1933. (In Russ.)
18. Sheleikhovskii G.V. Zhiloi kvartal kak nizovoe zveno goroda, ego elementy i normativy [Residential Area as a Lower Link of the City, Its Elements and Standards]. In V. Popov, N.D. Efremov, A.M. Borshchevskii (eds.): *Planirovka i sotsialisticheskaya rekonstruktsiya gorodov* [Planning and Socialist Urban Reconstruction], Iss. 1. Moscow, Vlast' sovetov Publ., 1934, pp. 164–218. (In Russ.)
19. Stamo N.L. Zhiloi kvartal [Residential Area]. In: *Sbornik nauchnykh trudov sektora zhilykh i obshchestvennykh zdaniy Akademii kommunal'nogo khozyaistva pri SNK RSFSR* [Collection of Scientific Works of the Sector of Residential and Public Buildings of the Academy of Public Utilities under the Council of People's Commissars of the RSFSR]. Moscow, 1935. (In Russ.)
20. Kas'yanov A.M. Zhiloi kvartal i ego rekonstruktsiya [Residential Area and Its Reconstruction]. In: *Pervaya vsesoyuznaya konferentsiya po planirovke i stroitel'stvu gorodov* [First All-Union Conference on Urban Planning and Construction], Abstracts of reports at sections. Moscow, Vlast' Sovetov Publ., 1933, pp. 53–58. (In Russ.)
21. Krivosheev A.K. Osnovy proektirovaniya zhilogo kvartala [Basics of Designing a Residential Area]. Rostov-na-Donu, 1935. (In Russ.)
22. O provedenii grazhdanskogo (nepromyshlennogo) stroitel'stva v 1933 godu [On the Conduct of Civil (Non-Industrial) Construction in 1933 Instruction of the NKKH of the RSFSR no. 135 of April 29, 1933]. In: *Nashe stroitel'stvo* [Our Construction], 1933, no. 13, pp. 338–341. (In Russ.)
23. Bylinkin N.P., Ryabushin A.V. (eds.). *Sovremennaya sovetskaya arkhitektura 1955–1980 gg.* [Modern Soviet Architecture 1955–1980]. Moscow, Strojizdat Publ., 1985. (In Russ.)
24. Davidovich V.G. Voprosy planirovki novykh gorodov [Planning Issues for New Cities]. Leningrad, LNIKKH Publ., 1934. (In Russ.)
25. Evtihiev I.I. Tekhniko-ekonomicheskie raschety pri planirovke gorodov [Technical and Economic Calculations in the Planning of Cities]. Moscow, Leningrad, ONTI Publ., 1936. (In Russ.)
26. Gradov G. Etapy razvitiya sistemy kollektivnogo rasseleniya v gorodakh [Stages of Development of the System of Collective Settlement in Cities]. In: *Arkhitektura SSSR* [Architecture of the USSR], 1961, no. 6, pp. 36–45. (In Russ.)
27. Meerovich M.G., Konysheva E.V., Hmel'nitskii D.S. Kladbishche sotsgorodov: gradostroitel'naya politika v SSSR (1928–1932 gg.) [Graveyard of Socialist Cities: Urban Policy in the USSR (1928–1932)]. Moscow, Rossijskaya politicheskaya enciklopediya Publ., 2011. (In Russ.)
28. Kosenkova Yu.L. Zhizn' v «sotsgorodakh» nachala 1930-h gg. In: *Proekt Bajkal* [Project Baikal], 2023, no. 3. (In Russ.)
29. Hopmann E. Städtebau in der UdSSR. Im: *Die Form*. 1932, no. 5, pp. 152–154. (In Germ.)
30. Blokhin P.N. Zhiloi kompleks i tipovye plany zhilykh zdaniy [Residential Complex and Standard Plans for Residential Buildings]. In: *Rekonstruktsiya gorodov v SSSR. 1933–1937* [Reconstruction of cities in the USSR], Iss. 1. Moscow, 1933, pp. 295–314. (In Russ.)
31. Blokhin P.N. Planirovka zhilykh kvartalov sotsgoroda. Opyt chetyrekhletnei raboty Standartgorproekta [Planning of Residential Areas of the Social City. Four-Year Experience of Standartgorproekt]. In: *Arkhitektura SSSR* [Architecture of the USSR], 1933, no. 5, pp. 4–8. (In Russ.)
32. Konysheva E.V. Evropeiskie arkhitektory v sovetskom gradostroitel'stve epokhi pervykh pyatiletok [European Architects in the Soviet Urban Planning of the Era of the First Five-Year Plans]. Moscow, BuksMart Publ., 2017. (In Russ.)
33. Abercrombie P. Slum Clearance and Planning: The Re-Modelling of Towns and Their External Growth. In: *The Town Planning Review*, 1935, Vol. 16, pp. 195–208. (In Engl.)
34. Kaufmann E.C. Neighbourhood Units as New Elements of Town Planning. In: *Journal of the Royal Institute of British Architects*, 1936, Vol. 44, pp. 165–175. (In Engl.)
35. Mostakov A.M. Kvartal v sisteme goroda [Residential Area in the City System]. In: *Arkhitektura SSSR* [Architecture of the USSR], 1940, no. 9, pp. 4–6. (In Russ.)
36. Shkvarikov V.A. (ed.). *Zastrojka zhilykh mikroraiionov* [Development of Residential Microdistricts]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1959. (In Russ.)
37. Preusler B. Walter Schwagenscheidt. 1886–1968. Im: *Architektenideale im Wandel sozialer Figuration*. Stuttgart, 1985, Deutsche Verlag Anstalt. (In Germ.)
38. Zyuskevich O.M., Ivanova-Veen L.I., Lysova T.V. (eds.). *Ot VKHUTEMASa k MARKHI. 1920–1936. Arkhitekturnye proekty iz sobraniya muzeya MARKHI* [From VKHUTEMAS to MARCHI. 1920–1936. Architectural Projects from the Collection of the Moscow Architectural Institute]. Moscow, A-Fond Publ., 2005. (In Russ.)
39. Bunin A.V., Savarenskaya T.V. *Istoriya gradostroitel'nogo iskusstva* [History of Urban Art], in 2 volumes, Vol. 2. Moscow, Strojizdat Publ., 1979. (In Russ.)
40. Danchich B.V. O sistemakh zastroiki [About Building Systems]. In: *Arkhitektura Leningrada* [Architecture of Leningrad], 1938, no. 2, pp. 49–51. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 93–99.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 93–99.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 72.007
DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-93-99

Восстановление послевоенного Сталинграда и сохранение памятников военной истории в современном Волгограде

Птичникова Галина Александровна (Волгоград). Член-корреспондент РААСН, доктор архитектуры, профессор. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ); Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России») (Россия, 111024, Москва, ул. Душинская, 9. НИИТИАГ). Эл. почта: ptichnikova_g@mail.ru

Аннотация. В статье представлены основные положения доклада, прозвучавшего на заседании Общего собрания РААСН-2023 «Сохранение архитектурного и градостроительного наследия России. Видение будущего». Автор раскрывает вопросы, связанные с сохранением памятников военной истории России, а именно с культурно-историческим наследием Сталинградской битвы.

Первая часть статьи посвящена особенностям формирования архитектуры Сталинграда и его послевоенного генерального плана с учётом охраны объектов наследия военной истории, многие из которых стали доминантами современной городской среды. Вторая часть посвящена проблемам и успешной практике адаптации памятников военной истории в современном городе на примере проектов членов РААСН по сохранению и использованию объектов культурно-исторического наследия Сталинграда-Волгограда.

Ключевые слова: восстановление послевоенных городов, Сталинград, памятники военной истории, охрана и использование культурно-исторического наследия Сталинградской битвы

Для цитирования. Птичникова Г.А. Восстановление послевоенного Сталинграда и сохранение памятников военной истории в современном Волгограде // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 93–99. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-93-99.

The Reconstruction of Post-War Stalingrad and Preservation of Monuments of Military History in Modern Volgograd-City

Ptichnikova Galina A. (Volgograd). Corresponding Member of the RAACS, Doctor in Science of Architecture, Professor. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russia. NRU MGSU); The Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, branch of the TsNIIP Ministry of Russia (9, Dushinskaya st., Moscow, 111024. NIITIAG).E-mail: ptichnikova_g@mail.ru.

Abstract. The article presents the main provisions of the report made at the meeting of the General Meeting of the RAASN-2023 "Preservation of the architectural and urban heritage of Russia. Vision of the future". The author reveals issues related to the preservation of monuments of the military history of Russia, namely the cultural and historical heritage of the Battle of Stalingrad.

The first part of the article is devoted to the peculiarities of the formation of the architecture of Stalingrad and its post-war general plan, taking into account the protection of military history heritage sites, many of which have become dominants in the urban environment. The second part is devoted to the problems and successful practice of adapting military history monuments in a modern city on the example of projects of members of the RAASN for the preservation and use of objects of the cultural and historical heritage of Stalingrad-Volgograd.

Keywords: reconstruction of post-war cities, Stalingrad, monuments of military history, protection and use of the cultural and historical heritage of the Battle of Stalingrad

For citation. Ptichnikova G.A. The Reconstruction of Post-War Stalingrad and Preservation of Monuments of Military History in Modern Volgograd-City. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 93–99, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-93-99.

Введение

Проблема сохранения и использования памятников военной истории в настоящее время в нашей стране приобрела особую значимость. С одной стороны, за прошедшие более чем 75 лет мирной жизни затянулись «раны войны», оставленные на территории российских городов и поселений, исчезли многие материальные знаки – свидетельства военных событий, изменился ландшафт, выросла новая застройка, преобразившая поля прошедших военных сражений. Поэтому тем важнее становится задача сохранения подлинных исторических памятников. С другой стороны, настоящий период характеризуется особой политической остротой, пересмотром отношения, прежде всего, зарубежного сообщества, к результатам Второй мировой войны и к Победе советского народа. В этой связи сохранение памятников Великой Отечественной войны как исторических фактов является защитой от клеветнических измышлений и одновременно основой для воспитания в новых поколениях уважения к своей стране и гордости за свою Родину.

В 2023 году отмечается 80-летний юбилей со дня победы в Сталинградской битве, поэтому культурно-историческое наследие Сталинградской битвы стало объектом нашего исследования. Это величайшее сражение, длившееся 200 дней¹, оставило на территории Волгограда и Волгоградской области огромное количество объектов культурного наследия (ОКН), наиболее известным среди них является Мамаев курган в Волгограде, который имеет статус памятника федерального значения.

Целью статьи является рассмотрение особенностей послевоенного восстановления Сталинграда, аспектов формирования архитектуры города и его послевоенного генерального плана с учётом охраны объектов наследия военной истории, многие из которых стали доминантами городской среды. Вторая часть статьи посвящена проблемам и успешной практике адаптации памятников военной истории в современном городе на примере проектов членов РААСН по сохранению и использованию объектов культурно-исторического наследия Сталинграда-Волгограда.

Город-герой как новый тип советского города.

Поиск его архитектурного образа

Восстановление городов после Второй мировой войны и, в том числе Сталинграда, стало важным этапом в архитектур-

ной жизни всей страны – СССР. В 1945 году Совет народных комиссаров СССР принял постановление о восстановлении пятнадцати разрушенных городов РСФСР². Но в Сталинграде восстановление города началось на два года раньше. Начиная с 1943 года, сразу после окончания Сталинградской битвы и освобождения города Академия архитектуры СССР, Гипрогор и архитектурно-планировочные мастерские Наркомхоза РСФСР приступили к разработке проектов реконструкции Сталинграда. Одновременно правительство направляет в Сталинград несколько десятков специалистов, в том числе архитекторов, инженеров, техников, для выполнения проектно-планировочных работ по восстановлению города.

В генеральном плане восстановления (архитекторы К. Алабян, Н. Поляков и др.) была поставлена задача воплотить новые принципы советского градостроительства, которые сложились в довоенные годы. Как отмечает известный волгоградский историк архитектуры П.П. Олейников, «трудно найти город, в котором были бы реализованы градостроительные и архитектурные проекты, аналогичные сталинградским» [1, с. 20].

Необходимо отметить, что изначально одной из основных установок проектов реконструкции города стала низкая оценка сохранившейся исторической застройки, которая носила облик дореволюционного Царицына. Было принято решение при выборе вариантов планировки не опираться на исторические объекты, как это имело место в других городах. Вместе с тем новый генеральный план включил восстановление зданий советского периода, построенных перед войной, например, жилой дом Облпотребсоюза (дом Павлова) на улице Советской, жилой дом специалистов на набережной и ряд других [1, с. 20].

Художественный образ мышления послевоенного времени способствовал формированию идеи восстановления Сталинграда как создания нового типа города – «города-героя». Двумя главными темами, направлявшими поиски в архитектурном формообразовании «города-героя», стали тема триумфа Победы в Великой Отечественной войне и тема создания объектов – памятников событиям советской истории.

Логичным воплощением этой идеологической программы должно было стать самое крупное общественное здание города – Дом Советов. По генплану этот объект призван был

¹ С 17 июля 1942 года до 2 февраля 1943 года.

² Постановление СНК СССР № 2722 от 01.11. 1945 г. «О мероприятиях по восстановлению разрушенных немецкими захватчиками городов РСФСР: Смоленска, Вязьмы, Ростова-на-Дону, Новороссийска, Пскова, Севастополя, Воронежа, Новгорода, Великих Лук, Калинина, Брянска, Орла, Курска, Краснодара и Мурманска» (<https://kosygin.rusarchives.ru/postanovlenie-snk-sssr-no-2722-o-meropriyatiyah-po-vozstanovleniyu-razrushennyh-nemeckimi>).

венчать ансамбль центра Сталинграда, он становился главной высотной доминантой и выразителем идеологического задания (рис. 1). Однако обстоятельства сложились так, что наиболее яркой реализацией программы прославления подвига Победы в Сталинграде стало строительство гидротехнического сооружения – судоходного канала, связавшего Волгу и Дон [2, с. 17].

Сутью идеологической программы архитектуры канала стало формирование «трассы Победы» [3]. Задача поиска наиболее выразительных архитектурных форм, призванных материализовать тему Победы, заставила авторов под руководством Л.М. Полякова обратиться к наследию русского классицизма, к архитектуре русского ампира. Победа в Отечественной войне 1812 года и Победа в Великой Отечественной войне сопоставлялись между собой в общественном сознании.

В соответствии с традициями русского классицизма Волго-Донской канал был задуман как крупномасштабная

ансамблевая композиция. Трасса Победы решалась в виде парадного триумфального шествия вдоль всей линии судоходного пути (рис. 2). Главная композиционная роль отводилась двум ансамблям – шлюза № 1, открывавшему вход в канал, и шлюза № 13, отмечавшему выход канала в верхнюю северную часть Цимлянского водохранилища со стороны Дона [4, с. 46]. Форма триумфальной арки для начала и завершения трассы канала от Волги до Дона представлялась архитекторам наиболее эффектной.

Ансамбли центра Сталинграда

Но вернёмся в центральную часть Сталинграда. Развитие активно восстанавливающегося города никак не вписывалось в принципы совершенной статики ансамблей. Ввиду явной невозможности создания единого ансамбля города, к тому времени растянувшегося вдоль Волги почти на 70 км, ставился вопрос о сокращении городской площади и вычленения из планировочного «тела» Сталинграда южных районов для образования отдельного города Красноармейска. Поэтому не случайно во время работы над генпланом Сталинграда в 1948–1954 годы рассматривались предложения об изменении границ города в сторону его уменьшения³. Таким образом, стремление создать город в виде единой композиционной системы привело к тому, что поиски архитектурно-градостроительного решения сконцентрировались на относительно небольшой территории по сравнению с площадью всего



Рис. 1. Генеральный план Сталинграда. 1944 год. Фото автора (источник: из фондов Музея архитектуры Царицына – Сталинграда – Волгограда Института архитектуры и строительства ВолГТУ)

³ Замечания к вопросу «Основные положения генерального плана гор. Сталинграда». 3 апреля 1954 г. // Государственный архив Волгоградской области (ГАВО). Ф. 71. Оп. 1. Д. 1459. Лл. 73–77; Заключение главного архитектора В.Н. Симбирцева «Об основных моментах нового генерального плана гор. Сталинграда». 13 апреля 1951 г. гор. Сталинград / ГАВО. Ф. 71. Оп. 1. Д. 1252. Л. 23.



Схема сооружений Волго-Донского канала имени В. И. Ленина

Рис. 2. «Трасса Победы» – схема сооружений Волго-Донского судоходного канала (источник: [3])

Сталинграда. К 1946 году был разработан детальный проект планировки центра Сталинграда (К.С. Алабян, Н.Х. Поляков, Д.М. Соболев, А.Е. Пожарский, В.А. Бутягин и др.) (рис. 3). В нем была заложена система ансамблей, последовательно расположенных друг за другом и нанизанных на ось главной городской магистрали – проспекта им. И.В. Сталина (в настоящее время проспект им. В.И. Ленина) (рис. 4). Эта чёткая позиция стала той основой, которая помогла собрать композицию города, протянувшегося на тот момент на 20 км, воедино.

Доминирующее значение приобретала площадь Павших борцов, которая визуально объединялась с площадью Демонстраций перед будущим Домом Советов (рис. 5). Через широкую Аллею Героев эта площадь соединялась с пространством новой площади Победы на набережной Волги. Спуск к реке завершался монументальной лестницей и Пропилеями (арх. В.Н. Симбирцев, И.Е. Фиалко, В.С. Макаренко), образ которых восходил к античным образцам (рис. 6).

Таким образом, за короткий промежуток времени – менее чем за 15 лет (с 1943 по 1955–1957 гг.) в процессе восстановления Сталинграда была создана целостная художественно-композиционная система города, основанная на

использовании языка советской неоклассики [2]. Ценность послевоенной застройки заключается в создании уникального по своей целостности комплекса ансамблей послевоенного восстановления с единой идейной и стилевой направленностью как памятника великой Победе.

Памятники военной истории в пространстве современного города

В настоящее время на территории Волгограда расположены разнообразные по типологии объекты военно-исторического наследия, которые относятся к объектам федерального и регионального значения. Вся территория Волгограда представляла собой поле сражения, поскольку ожесточённые бои велись во всём городе. Отметим, что на территории Волгоградской области расположено 65 % от всех достопримечательных мест федерального значения в стране, связанных с событиями Великой Отечественной войны. Особое значение имеет Государственный историко-мемориальный музей-заповедник «Сталинградская битва», в который входит пять ОКН федерального значения, в том числе Музей-панорама «Сталинградская битва», а также

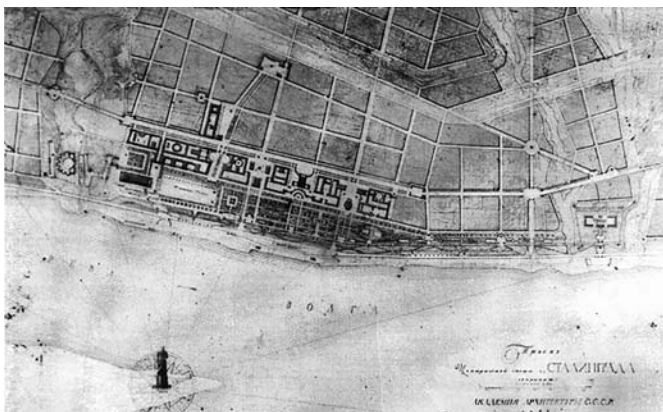


Рис. 3. Проект детальной планировки центра Сталинграда. 1944 год. Вариант (источник: из фондов Музея архитектуры Царицына – Сталинграда – Волгограда Института архитектуры и строительства ВолгГТУ)



Рис. 5. Площадь Павших борцов в Сталинграде. Фото Л. Наймана



Рис. 4. Проспект им. И.В. Сталина (сейчас – проспект им. В.И. Ленина) в послевоенном Сталинграде. Фото С.Курунина



Рис. 6. Пропилеи Сталинграда (источник: <http://www.volg-project.ru/about/history>)

историческое место «Лысая гора»⁴ [7]. Кроме того, имеются отдельные памятники как исторические свидетельства военных сражений (например, «Дом Павлова»), штабы и командные пункты (командный пункт Сталинградского фронта, бункер Городского комитета обороны и др.), братские могилы в разных районах города, а также такие объекты, как катаера и суда, и уникальный объект – Линия обороны Сталинграда, или линия обороны 62-й армии.

Нужно сказать, что в последние десятилетия было много дискуссий, связанных, как утверждали некоторые их участники, с переизбытком памятников военной истории в Волгограде. Со стороны официальной идеологии поднимались вопросы касающиеся приобретения памятью о Великой Отечественной войне гротескных форм. Много говорилось о том, что сосредоточение на памяти о Второй мировой войне может препятствовать сохранению памяти о других событиях в истории города, а значит, уменьшать разнообразие и привлекательность города.

Но в настоящее время общественное отношение изменилось. Во время празднования 80-летия победы в Сталинградской битве в феврале 2023 года наследие военного и послевоенного времени стало в городе художественной доминантой (рис. 7). Средствами аудиовизуальных искусств и медиа-арта был сформирован крупномасштабный городской маршрут, включающий архитектурные объекты – исторические доминанты Волгограда, возникшие в послевоенное время. Маршрут связал объекты, расположенные в разных частях Волгограда – от Мамаева кургана до Аллеи Героев и Центральной набережной города, в том числе здание железнодорожного вокзала, планетарий, застройку по улице Мира, Пропилеи, панораму Сталинградской битвы и др. (рис. 8).

Волгоградские исследователи под руководством академика А.В. Антюфеева⁵ на протяжении уже многих лет занимаются проектными разработками в двух направлениях:

⁴ Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (<http://mkrf.ru/ais-egrkn>).

⁵ В числе соавторов проектных предложений: В.Б. Остробородов, А.С. Таран, О.А. Мухаметова, Г.А. Птичникова.

1) разработка специальных мероприятий по обеспечению сохранности памятников военной истории (оценка состояния, установление территории этих объектов, определения границ зон охраны, режимов деятельности и др.);

2) разработка проектов по встраиванию памятников военной истории разных видов в современную жизнь городов.

Среди наиболее важных остановимся на научно-проектной работе по отнесению территории музея-заповедника «Сталинградская битва» к объекту культурного наследия федерального значения в виде достопримечательного места (заказ Минкультуры России, 2013–2014). Главной особенностью территории достопримечательного места «Сталинградская битва» является то, что она практически вся оказалась в структуре современной и исторической городской застройки. Именно здесь проходили наиболее ожесточённые и фатальные по потерям бои, восприятие которых формирует комплекс устоявшихся представлений о Сталинградской битве. Это обстоятельство затрудняло задачу по определению границ территории достопримечательного места, так как центр современного города является наиболее интенсивно развивающейся его частью, где сочетаются и переплетаются между собой различные функции, которые могут вступить в конфликт с необходимостью охраны объектов культурного наследия. Это потребовало изучения большого количества картографического материала, отражающего динамику соотношения расположений советских и немецких войск и боевых операций. Совмещение границ территорий, на которых осуществлялись наиболее ожесточённые оборонительные бои, с современной топографической основой методом графоаналитического анализа позволило определить примерные границы и площадь территории исследований (рис. 9).

Кроме этой работы, относящейся к территории Мамаева кургана, были выполнены проектные разработки по созданию военно-исторического маршрута «Сталинградское кольцо», позволяющего осмыслить и оценить события операций «Уран» и «Кольцо» по освобождению Сталинграда в январе-феврале



Рис. 7. Здание панорамы Сталинградской битвы в Волгограде. 2 февраля 2023 года. Фото автора статьи



Рис. 8. Лестница к Волге и Пропилеи в Волгограде. 2 февраля 2023 года. Фото А. Волхонского

1943 года. Маршрут планировался проложить у подножия Мамаева кургана (рис. 10). Другой научно-проектной работой стало предложение по развитию ансамбля Мамаева кургана (второй очереди) с организацией выхода к Волге, как и было задумано ещё Евгением Вучетичем [5] (рис. 11).

Ещё одно проектное предложение связано с объектом культурного наследия федерального значения «Историческое место – Лысая гора (высота 146,0)». Стоит отметить, что народный художник СССР скульптор Е.В. Вучетич склонялся к возведению памятника-ансамбля «Героям Сталинградской битвы» именно на Лысой горе, а не на Мамаевом кургане, так как именно это место было решающим в победе Красной армии. На этой безлесной территории, господствующей над южной частью города, в течение 147 дней⁶ происходило

⁶ 14 сентября 1942 г. – 17 января 1943 г.

противостояние двух армий. Здесь было предложено сформировать военно-исторического парк «Сталинград. Лысая гора, высота 146.0» (рис. 12).

Заключение

Проблема сохранения и использования памятников военной истории как эффективного средства патриотического воспитания в настоящее время приобрела особую значимость в связи с особой политической остротой, пересмотром отношения прежде всего зарубежного сообщества к результатам Второй мировой войны и Победе советского народа. Находящиеся в современных российских городах объекты военно-исторического наследия, мемориальные ансамбли нуждаются в особой поддержке по их сохранению, реставрации и реконструкции со стороны государства, региональных и местных органов власти. Очевидна необходимость



Рис. 9. Проектные разработки по отнесению территории музея-заповедника «Сталинградская битва» к объекту культурного наследия федерального значения в виде достопримечательного места в Волгограде (источник: из проектных материалов НИИПИ «Росстройпроект»)

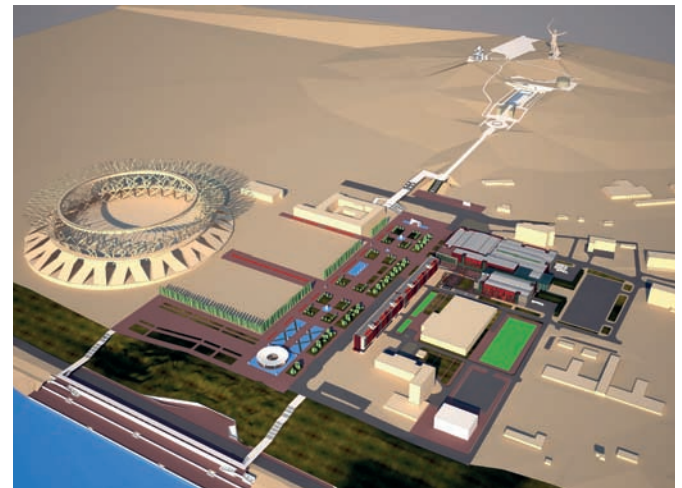


Рис. 11. Проектное предложение эспланады (вторая очередь комплекса «Мамаев курган») в Волгограде (источник: из проектных материалов НИИПИ «Росстройпроект»)



Рис. 10. Проект военно-исторического маршрута «Сталинградское кольцо» в Волгограде (источник: из проектных материалов НИИПИ «Росстройпроект»)

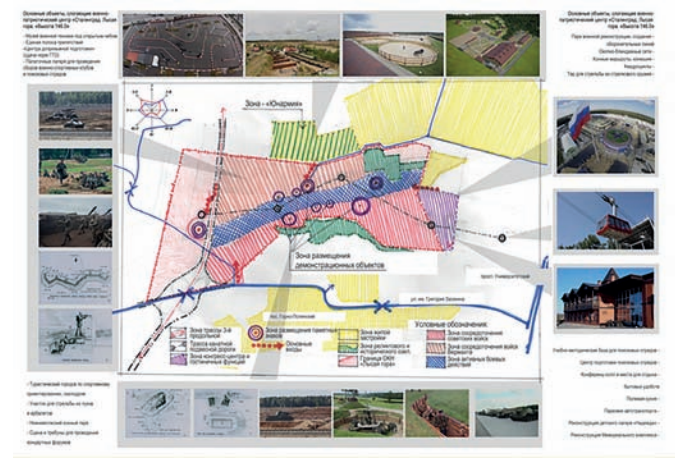


Рис. 12. Проектные разработки к концепции создания военно-исторического парка «Сталинград. Лысая гора, высота 146.0» в Волгограде (источник: из проектных материалов НИИПИ «Росстройпроект»)

осуществления специальных градостроительных мероприятий по обеспечению сохранности памятников Великой Отечественной войны (установлению территории этих объектов, определению границ территории, предметов охраны, режимов деятельности). Кроме того, объекты военной истории должны быть встроены в жизнь современных российских городов, стать их «духовным каркасом», полноценными общественными пространствами и рассматриваться как опорный элемент самоидентификации и формирования патриотизма российского общества [6]. Потенциал наследия также заключается в обосновании новых направлений формирования системы военно-патриотического туризма.

Памятники военной истории рекомендуется рассматривать в качестве особого типа объектов культурного наследия в документах территориального планирования, градостроительных регламентах, устанавливаемых правилами землепользования и застройки муниципальных образований, включая требования к видам разрешенного использования земельных участков и к хозяйственной деятельности в границах территории памятника, мемориала или достопримечательного места Великой Отечественной войны.

Список источников

1. Олейников, П.П. Сталинград: разрушенный и возрожденный / П.П. Олейников, О.Г. Чеснокова. – Текст : непосредственный // Социология города. – 2018. – № 1. – С. 6–22.
2. Птичникова, Г.А. Образ города-героя языком сталинского ампира: послевоенное восстановление Сталинграда / Г.А. Птичникова. – Текст : непосредственный // Социология города. – 2010. – № 1. – С. 28–36.
3. Яралов, Ю.С. Архитектура Волго-Донского канала имени Ленина / Ю.С. Яралов. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1955. – 96 с. – Текст : непосредственный.
4. Антюфеев, А.В. К юбилею Волго-Донского судоходного канала / А.В. Антюфеев. – текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2002. – № 4. – С. 45–48.
5. Антюфеев, А.В. Перспективы развития территории мемориального комплекса на Мамаевом кургане в Волгограде / А.В. Антюфеев, В.Б. Остробородов, А.С. Таран. – Текст : непосредственный // Великая Отечественная война в 1941–1945 в судьбах народов и регионов / Отв. ред. А.Ш. Кабирова.

– Казань : Институт истории им. Ш. Марджани АН РТ, 2015. – С. 500–508.

6. Антюфеев, А.В. Памятники военной истории в пространстве современного города: «дух места» как предмет охраны / А.В. Антюфеев, В.Б. Остробородов, Г.А. Птичникова // Социология города. – 2016. – № 3. С. 5–15.

References

1. Oleinikov P.P., Chesnokova O.G. Stalingrad: razrushennyi i vrozhdennyi [Stalingrad: Destroyed and Revived]. In: *Sotsiologiya goroda [Sociology of the City]*, 2018 no. 1, pp. 6–22. (In Russ., abstr. in Engl.)
2. Ptichnikova G.A. Obraz goroda-geroya yazykom stalinskogo ampira: poslevoennoe vosstanovlenie Stalingrada [Image of the Hero City by the Language «Stalin Empire Style»: Post-War Restoration of Stalingrad]. In: *Sotsiologiya goroda [Sociology of the City]*, 2010. № 1. 28–36. (In Russ., abstr. in Engl.)
3. Yaralov Yu.S. Arkhitektura Volgo-Donskogo kanala imeni Lenina [Architecture of the Volga-Don Canal named after Lenin]. Moscow, State publishing house of literature on construction and architecture, 1955, 96 p. (In Russ.)
4. Antyufeev, A.V. Kyubileyu Volgo-Donskogo sudokhodnogo kanala [To the Anniversary of the Volga-Don Navigable Canal]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2002, no. 4, pp. 45–48. (In Russ.)
5. Antyufeev A.V., Ostrobodov V.B., Taran A.S. Perspektivy razvitiya territorii memorial'nogo kompleksa na Mamaevom kurgane v Volgograde [Prospects for the Development of the Territory of the Memorial Complex on Mamaev Kurgan in Volgograd]. In A.Sh. Kabirova (resp.ed.): *Velikaya Otechestvennaya voina v 1941–1945 v sud'bakh narodov i regionov [The Great Patriotic War in 1941–1945 in the Fate of Peoples and Regions]*. Kazan', Kazan' Sh. Marjani Institute of History, of Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Publ., 2015, pp. 500–508. (In Russ.)
6. Antyufeev A.V. Pamyatniki voennoi istorii v prostranstve sovremennogo goroda: «dukh mesta» kak predmet okhrany [Military Monuments and Memorials in the Space of a Modern City: Genius Loci as Subject Matter of Protection]. In: *Sotsiologiya goroda [Sociology of the City]*, 2016, no. 3, pp. 5–15. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 100–109.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 100–109.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 71:721

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-100-109

Семантический аспект формирования идентичности архитектурно-пространственной среды новых городов-столиц. Часть 1. Философия города-столицы

Благовидова Наталья Георгиевна (Москва). Кандидат архитектуры. Кафедра градостроительства Московского архитектурного института (государственной академии) (Россия, 107031, Москва, ул. Рождественка, 11/4, кор. 1, стр. 4. МАРХИ). Эл. почта: nablago7@yandex.ru

Иванова Ольга Александровна (Тюмень). Кафедра архитектуры и градостроительства Тюменского индустриального университета (625000, Тюмень, ул. Володарского, 38). Эл. почта: ivanova_olga_72@mail.ru

Аннотация: Статья представлена в двух частях: в первой части раскрывается определяющая роль образа города-столицы в контексте формирования государственной и национальной идентичности, определяется связь понятий национальной и архитектурной идентичности; обосновывается целесообразность использования семантических подходов к анализу образа архитектурно-пространственной среды городов-столиц. Далее выявляются и рассматриваются особенности и закономерности формирования архитектурно-пространственной среды городов, получивших статус столицы (новые столицы) в период с начала XIX века по сегодняшний день. Приводятся примеры характерных моделей архитектурно-пространственной среды столиц, сформировавшихся на этапе Нового времени в период становления индустриального общества: Вашингтон, Канберра, Дели.

Ключевые слова: город-столица, новая столица, образ города, семантика, архитектурно-пространственная среда, национально-культурная идентичность, архитектурная идентичность

Для цитирования. Благовидова Н.Г., Иванова О.А. Семантический аспект формирования идентичности архитектурно-пространственной среды новых городов-столиц. Часть 1. Философия города-столицы // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 100–109. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-100-109.

Semantic Aspect of the Formation of the Identity of the Architectural and Spatial Environment of New Capital Cities. Part 1. Philosophy of the Capital City

Blagovidova Natalya G. (Moscow). Candidate of Architecture. Department of Urban Planning of the Moscow Institute of Architecture (state Academy) (11 Rozhdestvenka st., Moscow, 107031, Russia. MarchI). E-mail: nablago7@yandex.ru

Ivanova Olga A. (Tyumen). Department of Architecture and Urban Planning of the Industrial University of Tyumen (38 Volodarskogo street, Tyumen, Russia, 625000). E-mail: ivanova_olga_72@mail.ru

The article is presented in two parts. The first part reveals the determining role of the image of the capital city in the context of the formation of state and national identity, identifies and examines the features and patterns of the formation of the architectural and spatial environment of cities that received the status of capital (new capitals) in the period from the beginning of the 19th century to the present day. Examples of characteristic models of the capital's volumetric-spatial structure that were formed at the stage of the New Age during the formation of industrial society are given using the examples of Washington, Canberra, and Delhi.

© Благовидова Н.Г., Иванова О.А., 2023.

Keyword: capital city, new capital, city image, semantics, architectural and spatial environment, national and cultural identity, architectural identity

For citation. Blagovidova N.G., Ivanova O.A. Semantic Aspect of the Formation of the Identity of the Architectural and Spatial Environment of New Capital Cities. Part 1. Philosophy of the Capital City. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 100–109, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-100-109.

Введение

Процессы глобализации, охватившие и архитектурно-градостроительную сферу, существенным образом повлияли на принципы формирования архитектурно-пространственной среды мировых столиц. Повторение планировочных и архитектурно-стилистических «идеальных» формул ансамблей правительственных центров, распространение интернациональной архитектуры, с одной стороны, «стирает границы» и объединяет культуры и народы, но, с другой стороны, порождает тенденцию к исчезновению национального культурного кода в архитектурном пространстве. Города мира получают унифицированную транснациональную архитектурную среду, что особенно парадоксально и критично для городов-столиц, выражающих посредством архитектурно-пространственной среды идеи национальной идентичности.

Как ответ на усиление глобализации в урбанистической сфере в последнее время появилось встречное движение – архитекторы и градостроители в поисках принципов отражения национальной идентичности в архитектурно-пространственной среде города всё чаще обращаются к теме региональной архитектуры. Доктор архитектуры Г.В. Есаулов пишет: «Глобализация, порождая унификацию, заставляет искать присущие территориям аллюзии как воплощение духа места. Ставшие шаблонами, приёмы нивелируют образы современности и подвигают мастеров и начинающих проектировщиков в поисках собственного лица обращаться к глубинным истокам региональной архитектуры. Проблема идентичности в архитектуре может трактоваться как проблема поиска возможностей и механизмов, палитры средств, способствующих сохранению или рождению идентичности. Существует то, что служит символом тождества, сохраняется как образ постоянства и наследуется» [1].

Тема отражения идентичности в архитектурно-пространственной среде городов – столиц субъектов Федерации, крайне актуальна для России на данный момент. Выход на новый этап развития страны требует особого внимания к вопросам консолидации общества в рамках идеи национальной идентичности и самоопределения, а также урегулирования уровня развития регионов и к другим вопросам, находящимся в сфере национальных интересов Российской Федерации. Кроме того, территория страны дополнилась новыми регионами, для которых вопросы национальной идентичности и интеграции сейчас являются самыми важными и острыми. Восстановление и формирование архитектурно-пространственной среды столиц новых российских субъектов определяет необходимость создания теоретической базы для создания

градостроительных и архитектурных проектов, отвечающих важнейшим идеологическим задачам, способствующим формированию уникального, выразительного, вдохновляющего образа этих городов.

Теоретическая база исследования

Вопросы национально-этнической и национально-культурной идентичности чаще рассматриваются в сфере социологических и культурологических наук; в современной архитектурной теории тема идентичности города и городской среды – явление относительно новое, базирующееся на изучении аспектов восприятия и осмысления. А.А. Скалкин, раскрывая понятие идентичности как субъективной и объективной категории, пишет: «Термин "идентичность" перешёл в архитектуру из гуманитарных наук, таких как психология и социология, где он используется применительно к человеку как основа его узнаваемости через его персональное отождествление с чем-либо: группой, местом, культурой, деятельностью и пр. Но проектировщики сейчас говорят об идентичности уже как о свойстве не субъекта (человека), а объекта – городской среды, с подобными качествами узнавания и тождественности» [2]. Таким образом, идентичность архитектурной среды может рассматриваться как один из факторов, определяющий особенности национально-культурной идентичности. На сегодняшний день обозначилась тенденция исследования архитектурно-исторической среды в аспекте региональной идентичности, например, в работах Г.В. Есаулова, Т.В. Вавилонской и др. Именно региональная идентичность архитектурной среды может стать определяющим моментом при формировании архитектурно-пространственной среды городов – столиц субъектов России. Корреляция национально-культурной идентичности народа и идентичности архитектурной среды города – столицы государства, обусловлена прочной связью данных категорий: национальная идентичность формируется в том числе посредством идентичности архитектурной среды столицы своего государства как одной из важнейших составляющих культурного нарратива.

Исходя из сложившейся на данный момент ситуации, представляется целесообразным изучить закономерности формирования архитектурно-пространственной среды городов, обладающих особым статусом, а также выявить особенности, определяющие характер архитектурного образа города-столицы, ярко демонстрирующего идентичность.

Архитектурно-пространственная среда города-столицы как идеологического центра, «сердца» и «мозга» государства всегда притягивала повышенное внимание со стороны

исследователей в различных научных областях. Феномен столичного города рассматривается и препарируется как явление, порождённое цивилизацией, в срезе социальных, философских, политических, исторических, географических, градостроительных и др. исследований. Многогранность и сложность явления «столичности» не даёт возможности разглядеть и изучить отдельные его стороны в русле узкой дисциплинарной направленности. Изучение особенностей формирования архитектурно-пространственной среды столицы подразумевает многосторонний анализ, базирующийся на междисциплинарном подходе.

Социально-философская сущность столицы как места взаимодействия категорий власти и пространства раскрывается доктором философии и политических наук Вадимом Россманом. Он также выявляет особенности связи концепции идентичности и национального мышления о пространстве: «Выбор столицы в качестве центра или её перенос – это своего рода акт конструирования образа пространства всей страны или всей нации в целом» [3, с. 23].

Вопросы генезиса столиц в историко-географическом аспекте освещались российским учёным доктором географических наук С.А. Тарховым. М.Б. Вильковский развивает тему символической географии городского архитектурного пространства, как целостного организма в рамках социологии архитектуры.

Связь города, архитектуры и философии через парадигму образа архитектуры определяет С.Б. Веселова: «Философские рассуждения строятся в терминах архитектуры. Получается, что, с одной стороны, архитектура и есть философия города. С другой, термины архитектуры в качестве метафор составляют каркас классического философского дискурса. Архитектура, будучи материальной конструкцией в сфере градостроения, выступает в качестве имматериальной метафоры в сфере философии, являясь медиатором между ними» [4].

Семиотический аспект архитектурно-пространственной среды города исследовался рядом учёных в области архитектуры и градостроительства: К. Линчем, В.Л. Глазычевым, Ю.С. Янковской, А.Г. Бурцевым. Теоритические основы архитектурно-планировочного развития новых городов представлены в исследованиях А.В. Иконникова, Я.В. Косицкого. Геометрические основы формирования планировочной структуры новых столиц рассмотрены в работе М.В. Кузнецовой.

Философия города-столицы

Важнейшую роль в процессе формирования уникального архитектурного образа, отвечающего столичным функциям, играют культурные, идеологические, исторические, геополитические, а также социально-экономические особенности развития государства и нации. Собственно, самые важные функции города-столицы – консолидация, объединение нации и представление нации и государства на мировом уровне, определяют основные задачи архитектурно-пространственной среды и образа города.

При этом столица государства – это не столько локус размещения органов власти, сколько генератор, обеспечивающий рост, стимулирующий развитие экономических, политических, социально-экономических и культурных отношений в масштабе всего государства; «...столица государства – это не только мозг страны, но и её центральная нервная система, определяющая не только менталитет, но и нормы поведения всех слоёв населения...» [5, с. 28–29]. Следовательно, столица посредством своей архитектурно-пространственной среды должна наиболее ярко и ясно выражать главные идеологические послы центра для нации и мирового сообщества.

Федеративное устройство государства подразумевает наличие столичных городов в каждой федеративной единице (субъекте федерации), помимо государственной столицы. Такие города также обладают особым статусом, и их пространственная структура строится исходя из необходимости формирования среды, отвечающей определённым условиям осуществления административно-управленческой, интеграционной и репрезентативной функций. В данном случае идеология реализуется не только в плоскости интеграции нации в рамках единого государства, но с учётом особенностей социума внутри федеративного образования, что также находит отражение в национальных или региональных особенностях архитектурно-градостроительной практики. Главный город – государственная столица, в данном случае в своей архитектурно-пространственной среде может содержать контент, касающийся особенностей федеративного устройства – смысловые, топонимические, стилистические ссылки. Характерной особенностью многих федераций является размещение столичной функции в небольшом городе, не являющимся крупнейшим экономическим торгово-промышленным центром. Такая децентрализация, по утверждениям экспертов в области политэкономии, обеспечивает качественное и независимое осуществление административно-управленческих функций.

Архитектура с древнейших времён используется для отражения идеологических устремлений государственных элит, выстраивания национальной и государственной идентичности и самоопределения. Посредством репрезентативных свойств архитектуры нации способны транслировать миру свои взгляды, позиции, устремления. Огромная роль в процессе формирования архитектурного ландшафта столицы принадлежит органам власти. Архитектурно-пространственная среда столицы как объёмно-пространственная категория реализует сценарий столичной функции, воплощает в материальной среде основные концепции идентичности. Власти необходимо иметь организованное пространство для реализации управленческих функций, в том числе и для решения идеологических задач. Данное организованное пространство должно обладать определёнными свойствами, чтобы осуществлять и репрезентативную функцию – транслировать национальные идеи, способствовать интеграции и сплочению общества. Как отмечает В. Россман, «столица представляет собой образ

нации в одном городе. В обустройстве столичного города, в его архитектурном ансамбле и формах нация конструирует себя...» [3, с. 41].

Новые столицы

Особого внимания в исследованиях специалистов многих научных сфер (социология, география, экономика, градостроительство и т. д.) удостоивались столицы, получившие данный статус в результате переноса управленческих функций. Именно в таких столицах чётко выявляется закономерная связь особенностей организации архитектурно-пространственной среды и социально-идеологического вектора. Как показывает анализ архитектурно-планировочных и художественно-образных закономерностей новых мировых столиц, появившихся с начала XIX века, в их архитектурно-пространственной среде наиболее ярко отражается влияние глобализационных процессов. Генезис таких городов может быть различен – города могут создаваться заново, на новом месте, по определённом сценарию, с учётом статуса и определённой функциональной нагрузки на архитектурно-планировочную структуру. В других случаях столичная функция переносилась в уже существующий провинциальный город, инфраструктура которого подвергалась серьёзным преобразованиям для выполнения новых управленческих и идеологических задач. Перенос столицы – явление примечательное; с древнейших времён известны примеры переноса столицы для объединения отдельных образований в единое государство, укрепления центральной власти, перенос столицы на безопасную территорию. Процесс переноса столицы, как показывает мировая история, способствует решению ряда задач: политических, экономических, а в последнее время – экологических и демографических. Этот процесс необходим как мощный толчок к формированию новой идентичности нации (новая столица – новая идентичность), её консолидации и интеграции в изменившихся условиях. Не всегда перенос столицы являл удачный опыт, не всегда достигались намеченные цели и решались главные задачи. Но любой опыт может быть полезен для анализа, определения закономерностей, на основе которых могут быть сформированы алгоритмы, модели, концепции, сценарии для строительства новых или преобразования существующих столичных городов. Мотивы и причины переноса в мировой истории можно разделить по первичности следующих обстоятельств:

- отсутствие возможности осуществлять качественное управление из прежней столицы в силу наличия ряда факторов: неудобное географическое положение города (воздействие природных факторов, политических, экономических и т.д.), военные конфликты, внутренние кризисы власти, проблемы демографии и экологии;

- преимущество формирования новой столицы как мощного идеологического импульса для обновления мировоззрения и сплочения нации. В этом случае сам процесс переноса столицы становится своеобразной национальной

идеей, которая отражается во всех сферах жизни и развития общества. Но зачастую данная причина выступает в качестве официально объявленной позиции, в то время как истинные мотивы и причины остаются в тени и редко озвучиваются властью.

Каковы бы ни были причины переноса столицы, важнейшей целью становится создание нового геополитического центра – ядра, концентрирующего самые яркие социальные и культурные проявления, консолидирующего общество и транслирующего идеологию нации. Провинциальные города, получившие новый статус за счёт переноса столичных функций из другого центра, подвергаются глобальным трансформациям. Изменения касаются не только градостроительной структуры, также происходят преобразования на архитектурно-планировочном уровне, дабы среда новой столицы соответствовала требованиям репрезентативности и качественного выполнения административно-управленческих функций.

Для решения поставленных задач прослеживается необходимость формирования архитектурно-пространственной среды города-столицы, транслирующей основы национально-культурной идентичности. Ввиду того что национально-культурная идентичность реализуется в том числе и посредством архитектурной идентичности, возникает вопрос: какой может быть архитектурная идентичность новой столицы? Архитектурно-пространственная среда такого города создаётся практически одновременно, чаще всего без исторического слоя, без накопленных смыслов городской идентичности. Какие механизмы и принципы позволят сформировать выразительную репрезентативную среду новой столицы, отличающуюся от других мировых столиц (то есть отвечающую условиям трансляции национально-культурной идентичности) и от других городов страны (то есть соответствующую особому статусу).

Семантический аспект

Репрезентативные свойства архитектурно-пространственной среды города-столицы, её архитектурный образ становятся важнейшим фактором, определяющим механизмы трансляции национальной идентичности: «...столица выстраивается, как своеобразный материальный носитель информации посредством архитектурной среды и пространственно-планировочных аспектов градостроительной структуры в целом» [6]. В архитектурной теории категория «образ» исследуется в рамках семиотических подходов, что обусловлено их коммуникативно-информационной сущностью. Ю.С. Янковская предлагает рассмотрение «образа архитектурного объекта как структуры, каждая составляющая которой складывается под влиянием чувственного восприятия определённых морфологических характеристик объекта и семиотических механизмов их интерпретации» [7]. Следовательно, в процессе анализа архитектурно-пространственной среды новых городов-столиц целесообразно говорить о её семантических свойствах и применять семиотические подходы и механизмы в исследовании

выражения смыслов «столичности». Семантическое поле «столичности» и «идентичности» в данном случае требуют параллельного рассмотрения и анализа.

Семиотические подходы к исследованию архитектурно-пространственной среды города-столицы и её образа обусловлены коммуникативно-информационной сущностью архитектуры, поэтому семантическое содержание (семантика как часть науки семиотики) является важнейшим фактором, определяющим качественные характеристики образа среды города-столицы. Образ архитектурно-пространственной среды города – столицы государства, в семантическом аспекте определяется как система зрительно воспринимаемых знаков, формирующих в сознании человека смысловую модель отражения объектов архитектурной среды. Визуальные коды, идентифицирующие образ города-столицы, наполняют архитектурно-пространственную среду главного города государства своими элементами – знаками, которые в виду применения семиотических подходов к исследованию, целесообразно определить как «знаки столичной семантики» (табл. 1).

Каждый объект архитектурной среды является составным элементом её образа и может демонстрировать наличие знаков, отражающих семантику столичного статуса. Функциональные и художественно-композиционные характеристики объекта определяют тип знаков. Знаки столичной семантики в совокупности формируют коммуникативную структуру – образ архитектурно-пространственной среды города – столицы государства, при этом характер связей внутри этой системы, качественные и количественные характеристики её составляющих абсолютно индивидуальны для каждой столицы, так как подвержены воздействию определённых факторов [6].

В случае единовременного образования архитектурно-пространственной среды новой столицы на свободной территории или на основе структуры небольшого провинциального города предоставляется возможность за достаточно короткие сроки сформировать образ среды, в семантическом содержании отвечающий условиям репрезентативности. Семантические функции архитектурной среды столичного города, создаваемого единовременно, определяются идеологическими задачами, но сама среда формируется под воздействием множества условий и факторов, влияющих на её качество и характер. Исторический и социальный контекст

оказывают значительное влияние на данные условия – время образования столицы, господствующие в данный период архитектурные вкусы, национальный и культурный нарратив – всё это также определяет особенности столичного архитектурного ландшафта.

Анализ архитектурно-пространственной среды новых городов-столиц, возникших с начала XIX века до наших дней, позволил выявить закономерное развитие и ключевые изменения в качестве образа архитектурно-пространственной среды города, обладающего столичным статусом. Репрезентативная функция города – новой столицы, реализуется в виде модели образа или особого сценария построения архитектурно-пространственной среды. При подробном анализе данных моделей определяются схожие характеристики и общие закономерности. Отличия связаны, как правило, с особенностями генезиса города и государства, ходом исторического развития, геополитическими и социально-культурными аспектами развития государства и общества. Выявление особенностей формирования архитектурно-пространственной среды новых столиц на определённых этапах исторического развития общества позволит выделить закономерные модели объёмно-пространственной структуры и образа архитектурно-пространственной среды городов-столиц, характерные для тех или иных условий социально-экономического развития. Анализ и оценка полученных результатов предоставят возможность чётко представить и предвидеть ведущие тенденции и направления развития мировой архитектурной и градостроительной мысли в отношении новых столиц.

1 Этап. Новое время. Период становления индустриального общества

Модель современной новой столицы

Вашингтон. Именно в этот период, в конце XVIII – начале XIX века формируется одна из первых новых столиц, созданная по единому намеченному плану и по сей день являющаяся классическим образцом сценарной модели столицы демократического федеративного государства. Основу градостроительной структуры Вашингтона, столицы США, составили композиции П. Ланфана и Э. Элликотта, представляющие собой основанные на классических приёмах осевые ортогональные и диагональные структуры с фиксацией узловых пространств в точках пересечения осей. Согласно законам классических градостроительных композиций наблюдается согласованность и строгая иерархия, соподчинённость всех элементов системы, геометрическая гармонизация пропорций. Такого рода регулярные планировочные композиции сложились в эпоху классицизма в Европе и отвечали эстетическим и градостроительным запросам того времени. Но для новой столицы независимого государства требовалась мощная идеологическая основа, обеспечивающая особую семантику архитектурно-пространственной среды. Классицизм как стиль рождённый в среде абсолютизма и подхваченный европейской буржуазией не мог в должной степени транс-

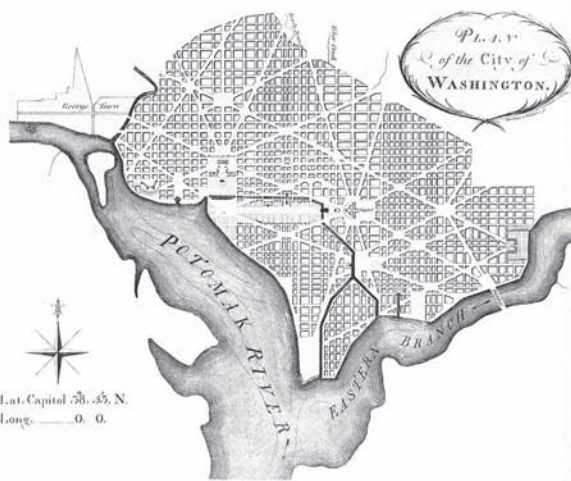
Таблица 1. Знаки столичной семантики

тип знака столичной семантики	фактор передачи сообщения	особенности коммуникации
знак-форма	физический объём объекта, его форма, силуэт, контур	визуальное восприятие тактильное восприятие
знак-функция	назначение, типология, принцип работы объекта в среде, ссылака на образ	визуальное восприятие аудиальное восприятие
знак-символ	Изобразительные элементы вербальные символы	визуальное восприятие аудиальное восприятие
знак-цвет	Колористическое содержание среды, длина волны	визуальное восприятие
знак-масштаб	Масса, габариты объекта, соразмерность элементов	визуальное восприятие эмоционально-чувственное восприятие и осмысление

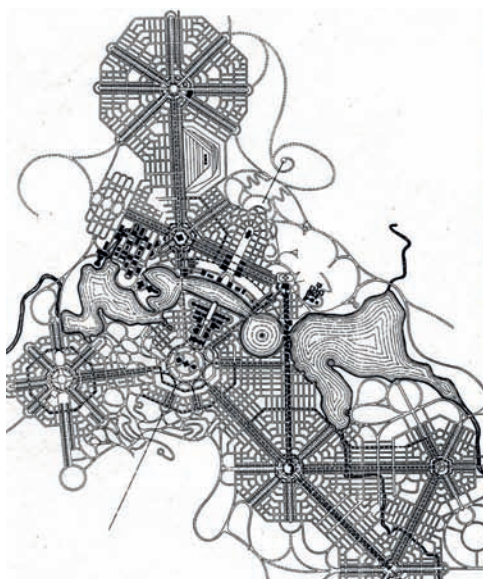
лизовать демократические идеалы [8]. Тем не менее и в планировочных схемах и в важнейших архитектурных ансамблях центра города появились объекты с характерными приёмами и пропорциями, обнаруживающие сходство с палладианским классицизмом, главенствующим стилем этого периода. Были использованы также и приёмы, характерные для архитектуры Древнего Рима, – монументальные торжественные композиции ордерной архитектуры (знак-форма). Но большее распространение получило подражание архитектуре, имеющей связь с демократическими идеалами Древней Греции. Победа в борьбе за независимость обусловила высокий подъём национального самосознания и гордости, в мировоззрении государственных деятелей господствовали демократические идеалы; всё это необходимо было выразить через архитектуру. Архитекторы искали среди образов прошлого те образцы, что будут лучше соответствовать идеалам гуманизма и демо-

кратии, поэтому обращение к древнегреческой архитектурной традиции казалось вполне логичным. Трансляция идеалов демократии выразилась также в использовании белого цвета (знак-цвет) в архитектуре важнейших государственных сооружений города. Исторический контекст, ограниченный на тот момент событиями второй половины XVIII века, отражён в топонимике и сценарии архитектурно-пространственной среды (знаки-символы). Древнеримская архитектура, выражавшая в своих формах триумф государственности, в свою очередь, не могла не вдохновить творцов архитектурно-пространственной среды Вашингтона своей монументальностью. Грандиозный масштаб и пропорциональное соотношение объектов и пространств (знак-масштаб) – характерные при-

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



а) б)
Рис. 1. Вашингтон: а) план П. Ланфана; б) здание Капитолия



а) б)
Рис. 2. Канберра: а) схема генерального плана У. Гриффина; б) здание Парламента

меты центральных ансамблей Древнего Рима и Египта, стали для среды Вашингтона символами величия и превосходства нового государства. Но поверхностное копирование и формальное подражание классической архитектуре не привели в итоге к созданию своего собственного национального стиля.

Тем не менее опыт Вашингтона как пример формирования новой столицы имеет огромное значение для всей последующей истории новых столиц: символизм, заложенный в сценарную модель центральной части, настолько чётко транслировал идеи новой демократии, что эта идея стала повторяться довольно часто. Вплоть до середины XX века подобная схема применялась в случаях переноса столицы на новую территорию. Оттава – новая столица Канады, Веллингтон в Новой Зеландии, Дели, Канберра и другие новые столицы при формировании центральной части с правительственными кварталами имели в своей основе регулярную классическую прямоугольную и треугольную сетку с выделенным планировочными средствами центральным ансамблем правительственных зданий – знаком-символом «треугольник власти». Центральный ансамбль включал озеленённую эспланаду и мемориальные сооружения, вербальный и смысловой символические коды присутствовали в топонимике города и в сценариях для людей, действующих в городской среде.

Канберра. В 1908 году было принято решение строить новую столицу Австралии на холмистой территории между Мельбурном и Сиднеем. Правительство Австралии объявило конкурс на разработку генплана новой столицы в 1911 году, в результате которого был выбран проект американского архитектора Уолтера Берли Гриффина, основанный на проработке концепции «город-сад». План Гриффина имеет в основе композицию, характерную для классической структуры, соединяющей приёмы градостроительной регулярной сетки с радиально расходящимися лучами и на основе трёхлучевой системы. В системе композиционного построения структуры плана наблюдается чёткая согласованность и связанность всех элементов: «холмы, вода, визуальные и функциональные связи, композиционные узлы – знаковая система, определившая закономерности геометрического построения плана Канберры» [9].

Административный центр Канберры – треугольник власти, выражен в самом прямом его геометрическом значении. Композиция «парламентского треугольника» (знак-символ), выстраивается на пересечении двух осей – водной, проходящей вдоль озера, и сухопутной, протянувшейся с северо-востока на юго-запад и берущей начало от узла со зданием парламента на холме Кэпитал-Хилл. Геометрический «треугольный паттерн» продолжается и за пределами центральной части Канберры.

Весьма значительна роль обводнения территории центральной части города: «...система водоёмов в Канберре по проекту У. Гриффина своими регулярно округлыми формами усиливает выразительность полицентричной композиции планировки города» [10, с. 18]. Широкая плоскость водоёма позволяет

раскрывать выразительные панорамы, обогащать среду разнообразными объектами, взаимодействующими с водой.

Строительство было начато в 1920–1930-е годы: первыми возводились несколько отелей для политиков и госслужащих и здание старого парламента (знак-функция), выполненное в классическом стиле. Архитектурные решения Канберры во многих чертах – ссылка на архитектуру американской столицы: тот же символизм, связанный с историческим контекстом (знаки-символы) и схожее формообразование – демократические идеалы, выраженные посредством форм классической архитектуры (знак-форма, знак-цвет). Благодаря этапу развития модернистских идей, а также особому вниманию властей и градостроителей к особенностям ландшафта и интенсивному озеленению, архитектурный образ Канберры получил своё собственное «лицо».

Нью-Дели. В начале XX века власти Британии приняли решение о переносе столицы на тот момент ещё Британской Индии из Калькутты в Дели. Объяснялось это центральным положением Дели в стране и, как следствие, более удобным администрированием для колониальных властей. Зону правительственных кварталов решено было размещать не в старом Дели, а на новой территории в непосредственной близости к старому городу, по единому плану. Проект новой столицы – Нью-Дели, был разработан двумя ведущими британскими архитекторами Эдвардом Лаченсом и Гербертом Бэйкером. Строительные работы были прерваны в период Первой мировой войны, поэтому официальный переезд властей в новую столицу и её открытие состоялись только в 1931 году. Но в 1947 году Индия освободилась от колониальной зависимости, и Нью-Дели становится столицей независимой Индии.

Центральная часть Нью-Дели, как и в других столицах, заново созданных в это время, сформирована на регулярных композиционных приёмах с классическим треугольником в основе (знак-символ). Главный треугольник образован вершинами: узел площади с правительственными сооружениями – парламентом и президентским дворцом, узел площади делового центра и комплекс военного мемориала «Ворота Индии» (знак-символ, знак-форма). Основанием треугольника является ось центрального проспекта Нью-Дели – Раджпата, который на протяжении 3 км имеет широкую эспланаду: «следуя замыслу архитектора Э. Лютьенса, бульвар Раджпат символизировал стрелу, выпущенную из лука и пронзающую город от главного Президентского Дворца до Красного форта (расстояние около 6 км)» [9].

И если в градостроительстве можно увидеть применение откровенно классических композиционных приёмов европейской градостроительной практики, то в образе объёмно-пространственной среды складывается более сложная многоплановая картина. Президентский дворец Раштрапати Бхаван и здание Секретариата (знак-функция) представляют собой сооружения классической архитектуры: симметрия, регулярность фасадных композиций, классические портики и купола на барабанах. Но представители британских вла-

стей прекрасно осознавали необходимость использования местных архитектурных традиций для завоевания симпатий местного населения, поэтому классическая форма зданий центрального ансамбля Нью-Дели обрастает элементами и деталями могольской архитектуры как знаками-символами региональной архитектурной традиции. Особенно популярными становятся элементы конструкций, отвечающие за защиту сооружения от жёстких климатических условий: глубокие карнизы, декоративные павильоны, солнцезащитные решётки, заглублённые ниши и проёмы. Здание Парламента круглое в плане с традиционным внутренним двором, также опоясано классической ордерной колоннадой (знак-форма), но при этом имеет элементы национальной архитектуры – резные солнцезащитные решётки.

Обретение нового статуса и переименование Дели были важнейшим символическим шагом для британских властей и ещё более символическим для независимой Индии, новое правительство которой не желало никаких ассоциаций с колониальным периодом. Большим плюсом для города стало стремление британских архитекторов придерживаться региональных и национальных архитектурных традиций (использование стилистических приёмов древней индийской архитектуры и зодчества периода Империи Великих Моголов, применение местных строительных материалов), которые причудливым образом переплетались с уже устоявшейся в умах европейцев и американцев картиной образа «архитектуры власти».

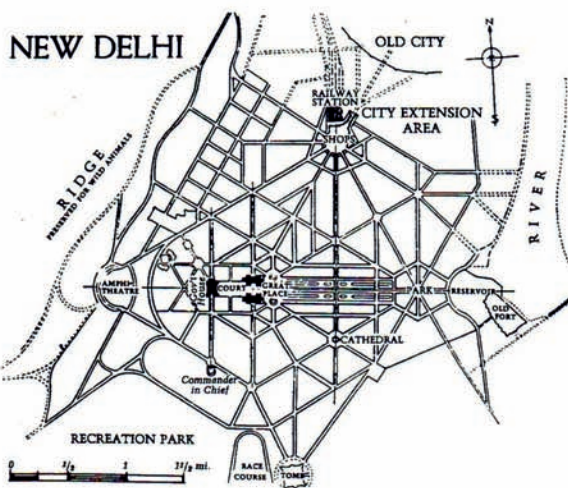
Выводы и заключение

Таким образом, очевидно, что в период становления индустриального общества складываются оригинальные модели объёмно-пространственной структуры и образа архитектурно-пространственной среды новых столиц, отвечающие запросам общества Нового времени. Идеологические устремления власти, социальные, политические и экономические усло-

вия развития общества на данном этапе предопределили использование устойчивых схем, приёмов и принципов (в том числе семантических) формирования архитектурно-пространственной среды новообразованных столиц. Часть этих приёмов, как показывает анализ, была заимствована из прошлого (архитектура античных Греции, Рима, Египта). Другая часть была сформирована на основе ведущих стилистических тенденций в архитектуре и градостроительстве этого времени и на основе новых сценарных моделей столичной среды, связанных с особенностями развития индустриального общества. Первой столицей, где были реализованы приёмы новых сценариев столичной среды, стал Вашингтон. В последующее время отработанные схемы использовались при формировании архитектурно-пространственной среды Дели, Канберры, а также таких столиц, как Оттава, Веллингтон. Данные приёмы и схемы являются важными особенностями архитектурно-пространственной среды новых столиц.

- Планировочная структура столиц Нового времени представлена классической ортогональной и диагональной сеткой улиц, в центральных ансамблях города часто используется трёхлучевая система. Семантический аспект классических градостроительных схем традиционно трактуется как превалирование главного элемента, над второстепенными (иерархичность системы – знак-символ), использование классической геометрии пространств (знак-форма), выявление центра композиции (знак-символ). С начала XIX века в системе плана города-столицы и его правительственного центра активно используются все возможности ландшафта местности – рельеф, озеленение, обводнение.

- Сценарная модель административного правительственного центра столицы (особенно столицы государства, заявляющего о демократическом пути развития) чаще всего представлена трёхчастной системой, иллюстрирующей способ взаимодействия законодательных, исполнительных и судебных органов власти. Особое внимание данной схеме,



а)



б)

Рис. 3. Нью-Дели: а) план Нью-Дели; б) Президентский дворец

отражающей политическую доктрину о разделении власти, уделили создатели Вашингтона, столицы демократического государства Нового времени. Хотя сам принцип конституционного разделения власти сложился ещё в древнегреческом и древнеримском обществе. В архитектурно-пространственной среде данная схема чаще всего представлена выделенным в застройке центральной части столицы узлом площади с размещением зданий правительственных учреждений в пространственной композиционной связи: часто – это прямое следование вербальному выражению схемы «треугольник власти» (знак-символ), подразумевающей постановку зданий в углах композиционного треугольника; в других случаях взаимодействие трёх сооружений обеспечено за счёт приёмов архитектурной, градостроительной и архитектурно-ландшафтной композиции.

• Ансамбль правительственных сооружений часто размещается на возвышенностях для главенства данной группы в системе застройки новой столицы. С древних времён место размещения органов власти сакрально – это сердце государства, поэтому локализация правительственного архитектурного ансамбля (знак-функция) в структуре городской застройки крайне важна (знак-символ). Исторически для правительственных центров выделялись места с надёжной защитой, чаще всего на возвышенностях, как акрополи греческих полисов и римские холмы. Правительственные центры объединяются площадью, которая выступает как пространство для самых важных процессов и актов взаимодействия власти и общества, также имеющее семантическую нагрузку локуса власти, что часто проявляется в названии (знак-символ). Пространство площади, как правило, внушительных размеров (знак-масштаб), соединяется с линейным пространством эспланады, молла или бульваров, используемым для проведения мероприятий, связанных с шествиями, парадами или свободным передвижением людей. Это пространство играет важную роль и в формировании особого эмоционального ответа посетителя центра – движении вдоль широкого пространства (знак-масштаб) к правительственному ансамблю, когда постепенно раскрываются впечатляющие перспективы, создаются настрой и эмоции, соответствующие событию – приобщению к общенациональной идее, объединению и сопричастности, что крайне важно с точки зрения идеологической функции столичных пространств.

• Образно-семантическое содержание архитектурно-пространственной среды базируется на классических композициях, формах и приёмах античного зодчества Древней Греции, Рима, Египта: классическая ордерная система как символ устойчивости и порядка, преобладание светлых тонов в архитектуре центральных правительственных сооружений, монументальность и торжественность образа сооружений, выраженная посредством пропорций и масштабности.

Многие подходы и принципы данного этапа используются и в современной практике формирования новых столиц.

Но в связи с постоянным развитием, изменениями социальных, политических, экономических условий, мировое сообщество продолжает поиски новых приёмов и решений при формировании архитектурно-пространственной среды городов-столиц.

Список источников

1. Есаулов, Г.В. Об идентичности в архитектуре и градостроительстве / Г.В. Есаулов. – DOI: 10.22337/2077-9038-2018-4-12-18. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 4. – С. 12–18.]

2. Скалкин, А.А. Архитектурная идентичность города: понятие и методология исследования / А.А. Скалкин. – Текст : электронный // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – № 2 (43). – С. 87–97. – URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/05_skalkin/index.php (дата обращения 19.10.23).

3. Россман, В. Столицы: их многообразие, закономерности развития и перемещения / В. Россман. – Москва : Издательство Института Гайдара, 2013. – 336 с. – Текст : непосредственный.

4. Веселова, С.Б. Город – Архитектура – Философия / С.Б. Веселова. – Текст : электронный. – URL: <http://anthropology.ru/ru/text/veselova-sb/gorod-arhitektura-filosofiya> (дата обращения 19.10.23).

5. Н. В сердце Евразии / Н. Назарбаев. – Алматы : Атамур, 2005. – 192 с. – Текст : непосредственный.

6. Иванова, О.А. Семантика архитектурного образа города-столицы / О.А. Иванова. – Текст : непосредственный // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития – 2018 : Материалы международной научно-практической конференции. Тюмень, 21–22 апреля 2018 г. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 168–173.

7. Янковская, Ю.С. Образ и морфология архитектурного объекта : Автореферат на соискание учёной степени доктора архитектуры : 18.00.01. – Москва : МАРХИ, 2004. – 266 с. – Текст : непосредственный.

8. Псевдомонументальная планировка и застройка Вашингтона и её влияние на американскую градостроительную практику. Архитектура и градостроительство / Текст : электронный // Сайт «TownEvolution.ru: Архитектура и градостроительство». – URL: <http://townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000016/st040.shtml> (дата обращения 19.10.2023).

9. Кузнецова, М.В. Закономерности композиционно-геометрического построения центров новых столиц XX–XXI вв. : Диссертация на соискание учёной степени кандидата архитектуры : 05.23.22. – Москва : МАРХИ, 2018. – 220 с.

10. Косицкий, Я.В. Основы теории планировки и застройки городов : Учебное пособие / Я.В. Косицкий, Н.Г. Благовидова. – Москва : Архитектура-С, 2007. – 76 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Esaulov G.V. Ob identichnosti v arkhitekture i gradostroitel'stve [On Identity in Architecture and Urban Planning]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2018, no. 4, pp. 12–18, doi: 10.22337/2077-9038-2018-4-12-18. (In Russ., abstr. in Engl.)
2. Skalkin A.A. Arkhitekturnaya identichnost' goroda: ponyatie i metodologiya issledovaniya [Architectural Identity of the City: Concept and Research Methods]. In: *Architecture and Modern Information Technologies*, 2018, no. 2 (43), pp. 87–97. URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/05_skalkin/index.php (Accessed 10/19/2023). (In Russ., abstr. in Engl.)
3. Rossman V. Stolitsy: ikh mnogoobrazie, zakonomernosti razvitiya i peremeshcheniya [Capitals: Their Diversity, Patterns of Development and Movement]. Moscow, Gaidar Institute Publishing, 2013, 336 p. (In Russ.)
4. Veselova S.B. Gorod – Arkhitektura – Filosofiya [City – Architecture – Philosophy]. In: *Anthropology : Web-kafedra filosofskoi antropologii* [Anthropology. Web-department of philosophical anthropology]. URL: <http://anthropology.ru/ru/text/veselova-sb/gorod-arhitektura-filosofiya> (Accessed 10/19/2023). (In Russ.)
5. Nazarbaev N. V serdtse Evrazii [In the Heart of Eurasia]. Almaty, Atamura Publ., 2005, 192 p. (In Russ.)
6. Ivanova O.A. Semantika arkhitekturnogo obraza goroda-stolitsy [Semantics of the Architectural Image of the City-Capital]. In: *Arkhitektura i arkhitekturnaya sreda: voprosy istoricheskogo i sovremennogo razvitiya – 2018* [Architecture and Architectural Environment: Issues of Historical and Modern Development – 2018], Materials of the international scientific and practical conference. Tyumen, April 21–22, 2018. Tyumen', Tyumenskii industrial'nyi universitet Publ., 2018, pp. 168–173. (In Russ.)
7. Yankovskaya Yu.S. Obraz i morfologiya arkhitekturnogo ob"ekta [Image and Morphology of an Architectural Object], Dr. arch. sci. diss. Moscow, MArchI, 2004, 266 p. (In Russ.)
8. Psevdomonumental'naya planirovka i zastroika Vashingtona i ee vliyanie na amerikanskuyu gradostroitel'nyu praktiku. Arkhitektura i gradostroitel'stvo [Pseudo-Monumental Planning and Development of Washington and Its Influence on American Urban Planning Practice. Architecture and Urban Planning]. *Sait «TownEvolution.ru: Arkhitektura i gradostroitel'stvo»* [Website “TownEvolution.ru: Architecture and urban planning”]. URL: <http://townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000016/st040.shtml> (Accessed 10/19/2023). (In Russ.)
9. Kuznetsova M.V. Zakonomernosti kompozitsionno-geometricheskogo postroeniya tsentrov novykh stolits XX–XXI vv. [Regularities of the Compositional and Geometric Construction of the Centers of New Capitals of the 20th–21st Centuries], Dr. arch. sci. diss. Moscow, MArchI, 2018, 220 p. (In Russ.)
10. Kositskii Ya.V., Blagovidova N.G. Osnovy teorii planirovki i zastroiki gorodov [Fundamentals of the Theory of Urban Planning and Development], Textbook. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 2007, 76 p. (In Russ.)

Окончание следует

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 110–117.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 110–117.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 721.001

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-110-117

Система поддержки принятия решений в области градостроительного планирования: опыт международного проекта «CRISALIDE»

Трухачев Сергей Юрьевич (Ростов-на-Дону), Кандидат архитектуры, советник РААСН. Научно-проектная организация «Южный градостроительный центр» (Россия, 344003, Ростов-на-Дону, пер. Газетный, 121/262а, оф. 4). Эл. почта: urgc@mail.ru

Батунова Елена Юрьевна (Аахен, Германия), PhD в городском планировании, Рейнско-Вестфальский технический университет Аахена (Германия, 52062, Аахен, Темплграбен 55). Эл. почта: ebatunova@ske.arch.rwth-aachen.de

Хитёва Елена Олеговна (Ростов-на-Дону), 1990 г.р., Научно-проектная организация «Южный градостроительный центр» (Россия, 344003, Ростов-на-Дону, пер. Газетный, 121/262а, оф.4). Эл. почта: urgc@mail.ru

Аннотация: В статье представлены результаты научно-исследовательской работы «Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой». Разработанный в результате НИР программно-аппаратный комплекс является системой поддержки принятия решений в области градостроительного планирования и предполагает предоставление управляющей системе города современного инструмента оперативной оценки и сопоставления вариантов решения актуальных градостроительных задач, таких как новое строительство, редевелопмент территорий и т.п. В статье приведены наиболее важные результаты научной работы, выразившиеся в разработке онтологии города как предметной среды, разработке общих и частных задач, а также в методологии разработки программно-аппаратного комплекса.

Ключевые слова: система интеллектуальной поддержки принятия решений, умный город, градостроительное планирование, цифровизация, онтология города, управление городом.

Финансирование. Работа выполнена в рамках российско-европейской программы ERA.NET-RUS PLUS¹. Грантодатель с российской стороны – ФГБУ «Фонд содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Для цитирования. Трухачев С.Ю., Батунова Е.Ю., Хитёва Е.О. Система поддержки принятия решений в области градостроительного планирования: опыт международного проекта «CRISALIDE» // Academia. Architecture and Construction. – 2023. – № 4. – С. 110–117. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-110-117.

Decision Support System in the Field of Urban Planning: The Experience of the International Project CRISALIDE

Trukhachev Sergey Yu. (Rostov-on-Don). Adviser of RAACS, Candidate of Sciences in Architecture. «Scientific-project organization «Southern urban-planning center» ltd. (Russian Federation, 344003, Rostov-on-Don, Gazetny lane, 121/262a, of.4). E-mail: urgc@mail.ru.

Batunova Elena Yu. (Aachen, Germany), PhD in city & regional planning, RWTH Aachen University (Germany, 52062, Aachen, Templgraben 55). E-mail: ebatunova@ske.arch.rwth-aachen.de

© Трухачев С.Ю., Батунова Е.Ю., Хитёва Е.О., 2023.

¹ Программа ERANET RUS PLUS, проект № 0042016 «Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой».

Khiteva Elena O. (Rostov-on-Don). Scientific-project organization "Southern urban-planning center" (Russian Federation, 344003, Rostov-on-Don, Gazetny lane, 121/262a, of.4). E-mail: urgc@mail.ru

Abstract: The article presents the results of the research work "Intelligent Decision Support System for Urban Environment Management", carried out within the framework of the Russian-European program ERA.NET-RUS PLUS (funding from the Russian side of the "Foundation for the Promotion of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical Sphere"). The software and hardware complex developed as a result of research is a decision support system in the field of urban planning and involves providing the city management system with a modern tool for rapid assessment and comparison of options for solving urgent urban planning problems, such as new construction, redevelopment of territories, etc. The article presents the most important results of scientific work, expressed in the development of the ontology of the city as a subject environment, the development of general and particular tasks, as well as the methodology for developing the software and hardware complex.

Keywords: intelligent decision support system, smart city, urban planning, digitalization, city ontology, city management.

Financing: The work was carried out within the framework of the Russian-European program ERA.NET-RUS PLUS². The grantor in Russia is the Federal State Budgetary Institution "Fund for the Assistance of Small Enterprises in the Scientific and Technical Sphere".

For citation. Trukhachev S.Yu., Batunova E.Yu., Khiteva E.O. Decision Support System in the Field of Urban Planning: The Experience of the International Project CRISALIDE. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 110–117, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-110-117.

В современной практике градостроительного планирования принятие решений по развитию отдельных территорий сопряжено с анализом и обработкой большого объёма информации о состоянии и перспективах развития различных городских подсистем, выработкой нескольких вариантов развития на ближайшее время и на дальнюю перспективу.

Традиционно эта задача решается с привлечением экспертов, которые, основываясь на собственном опыте и квалификации, разрабатывают варианты для руководителей регионов и городов – лиц, принимающих решения. Информационные ресурсы, имеющиеся в городах, используются при этом во вспомогательных целях.

Однако, в условиях интенсификации социально-экономических процессов, конкуренции городов за инвестиции и человеческий капитал, скорость и эффективность принятия решений в области градостроительного планирования существенно сокращается.

Сложные задачи градостроительного планирования могут включать десятки критериев и вариантов, что требует значительных усилий и ресурсов для их оценки. Интуитивная обработка данных может привести к использованию необоснованных предположений и, как следствие, к неправильному ранжированию вариантов. Для повышения эффективности процесса разрабатываются специальные компьютерные системы поддержки принятия решений (СППР), призванные взять на себя часть аналитической работы и моделирование

развития событий. СППР могут структурировать процесс градостроительного планирования, улучшить качество информации – основы принятия решений – и, соответственно, позволяют лучше понять проблему.

В 2018–2021 годах коллективом авторов «Южного градостроительного центра» в сотрудничестве с партнёрами из России, Австрии, Румынии и Греции была выполнена НИОКР по разработке и внедрению программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой» (СИППРУГС)³. НИОКР выполнялась по результатам отбора на международном конкурсе, проведённом в рамках программы ERA.NET-RUS PLUS.

Система интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой

ПАК СИППРУГС⁴ является СППР в области градостроительного планирования и предназначен для использования представителями городских и региональных органов власти. Комплекс решает следующие задачи:

- оценка потенциала развития территории для размещения различных функций;
- оценка потенциальных изменений качества городской среды по настраиваемым параметрам при различных вариантах реализации проектов городского развития;
- оценка сбалансированности развития различных частей города по заданным параметрам;

² ERANET RUS PLUS program, project No. 0042016 "Intellectual decision support system for urban environment management"

³ в английском варианте: CRISALIDE – city replicable and integrated smart actions leading innovation to develop urban economies

⁴ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021611467, выдано 28.01.2021г., правообладатель: ООО «НПО «Южный градостроительный центр», авторы: Трухачев С.Ю., Хитёва Е.О., Батунова Е.Ю., Командина Т.А., Смирнова О.В., Цветков М.В., Бурдаков С.В., Гальяно Сизаско Ф.Р.

- сравнительная оценка вариантов обеспечения выбранной территории требуемыми услугами;
- оценка транспортной и пешеходной доступности существующих и планируемых к размещению общественных и коммерческих объектов, услуг, сервисов или благ (дифференцированных по настраиваемым параметрам).

Работа над СППР была выполнена в четыре этапа. В рамках первого этапа проведён онтологический анализ города и его компонентов как объекта разработки, обследованы городские и региональные информационные системы, определена степень интеграции проектируемой СППР с существующими информационными ресурсами, сформированы основные функциональные и пользовательские требования к системе. На втором этапе реализована онтология системы, разработана концепция программно-аппаратного комплекса, концепция информационной базы. Была проанализирована система управления и принятия решений в области градостроительного планирования и смоделирован процесс принятия решений на примере пилотной площадки. На третьем этапе работы разработаны программные инструментальные средства и сервисы для СИППРУГС, разработана тестовая версия программного обеспечения. К финальной части работы над проектом, к сентябрю 2021 года, система была внедрена в работу администрации пилотного города, которым был выбран Ростов-на-Дону.

СИППРУГС представляет собой программно-аппаратный комплекс на базе интеллектуальной геоинформационной системы (ИГИС). ИГИС предоставляет возможность интеграции карт различных форматов, реализацию сценарного подхода в моделировании городского развития, поддержку принятия решений на базе экспертных знаний.

Центральной частью СИППРУГС является база знаний, включающая набор онтологий, описывающих объекты городской среды и отношения между ними, а также совокупность реальных объектов городской среды. Основным программным компонентом системы является система разработки и сопровождения онтологий (редактор онтологий). На основе системы онтологий формируется единое информационное пространство ГИС, связывающее её остальные составные части. В качестве основного источника пространственных данных для СИППРУГС используется открытая библиотека OpenMap которая позволяет интегрировать пространственные данные, представленные в различных форматах, и отображать их на цифровой карте.

Важными результатами разработки проекта СИППРУГС с точки зрения градостроительной науки, представляются:

- разработка онтологии города как предметной среды для программно-аппаратного комплекса;
- разработка структуры и содержания общих и частных задач, реализующих основные цели и задачи системы;
- интеграция технологических, социальных и организационных инноваций с территориальным планированием и городским управлением в процессе разработки системы.

Разработка онтологии города

Применительно к информационным технологиям понятие «онтология», заимствованное из философии, представляет собой описание предметной области, представленное в виде иерархии классов и отношений между ними⁵.

Разработка онтологии города началась с системного анализа городской среды как предметной области, заключавшегося в систематизированном представлении знаний о городской среде, в выделении наиболее существенных, релевантных множеству конкретных задач пользователей характеристик и свойств понятий предметной области, в составлении и документировании словаря терминов (понятий) города как предметной области программы. При анализе предметной области использовались принципы конечной цели, единства, связности, иерархии, развития (интеграции с другими фрагментами онтологии предметной области или «родственными» онтологиями) [1].

Глоссарий, разработанный на этом этапе, включает определения 483-х объектов, составленные авторами с использованием имеющейся нормативной базы и традиционных определений с поправками на цели и задачи разработки системы.

Затем был построен онтограф (иерархия классов). На нижнем уровне онтографа находятся экземпляры, конкретные объекты, выше располагаются понятия (классы) предметной области и отношения между понятиями. Обобщающим и связующим является уровень правил или аксиом иерархии понятий (классов).

⁵ Отчёт о научно-исследовательской работе: «Разработка системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой (заключительный)». – Фонд ООО «НПО “Южный градостроительный центр”, 2021. – 104 с.



Рис. 1. Онтология верхнего уровня предметной области системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой (СИППРУГС). Схема авторов статьи

Онтология города на первом этапе была разработана вручную и включала в себя максимально возможное количество классов, описывающих в основном его пространственную подсистему. Авторы руководствовались представлением о городе, как о сложной системе, включающей в себя в общем виде четыре подсистемы: пространственную, экологическую, социальную и экономическую. Данный подход был представлен в работе Ю.Н. Трухачева [2]. Для целей разработки СППР система «город» была дополнена также внешней системой расселения и управляющей системой. В обобщённом виде схема онтологии города представлена на рисунке 1.

Наиболее подробно была проработана пространственная подсистема города. На верхнем уровне она предусматривала деление на два класса элементов: «Территория» и «Инфраструктура».

Класс «Территория» включает в себя всю территорию города, разделённую на группы по характеру использования. Любая единица площади города должна быть отнесена к одному и только одному из подклассов территории. Дальнейшая декомпозиция класса «Территория» позволяет выделить урбанизированную и неурбанизированную территорию, на следующем уровне – селитебную и внеселитебную, рекреационную и природный ландшафт. Объекты капитального строительства, входящие в состав отдельных территорий, включены в соответствующие группы элементов.

Объекты, связывающие между собой различные территории обеспечивающие распределение по всему городу ресурсов, продуктов, предоставление определённых услуг, защиту, отнесены к классу «Инфраструктура». Сюда, помимо инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры, входит также инфраструктура безопасности.

Для примера, один из подуровней онтологии 6-го порядка – группа элементов «Жилая территория» – схематически приведён на рисунке 2.

По мере уточнения и детализации общих и частных задач системы, онтология предметной области претерпевала изменения, как в части структуры классов и связей между ними, так и в части свойств объектов, в результате чего на последующих этапах корректировалась при помощи специального редактора онтологий.

Первоначальная онтология представляет интерес с точки зрения дальнейшего изучения структуры современного города, характера возникающих взаимосвязей между отдельными подсистемами с целью последующей интерпретации при проектировании интеллектуальных систем в градостроительном планировании.

Разработка структуры и содержания общих и частных задач

Важной градостроительной составляющей работы по подготовке СИППРУГС явилась разработка структуры и со-

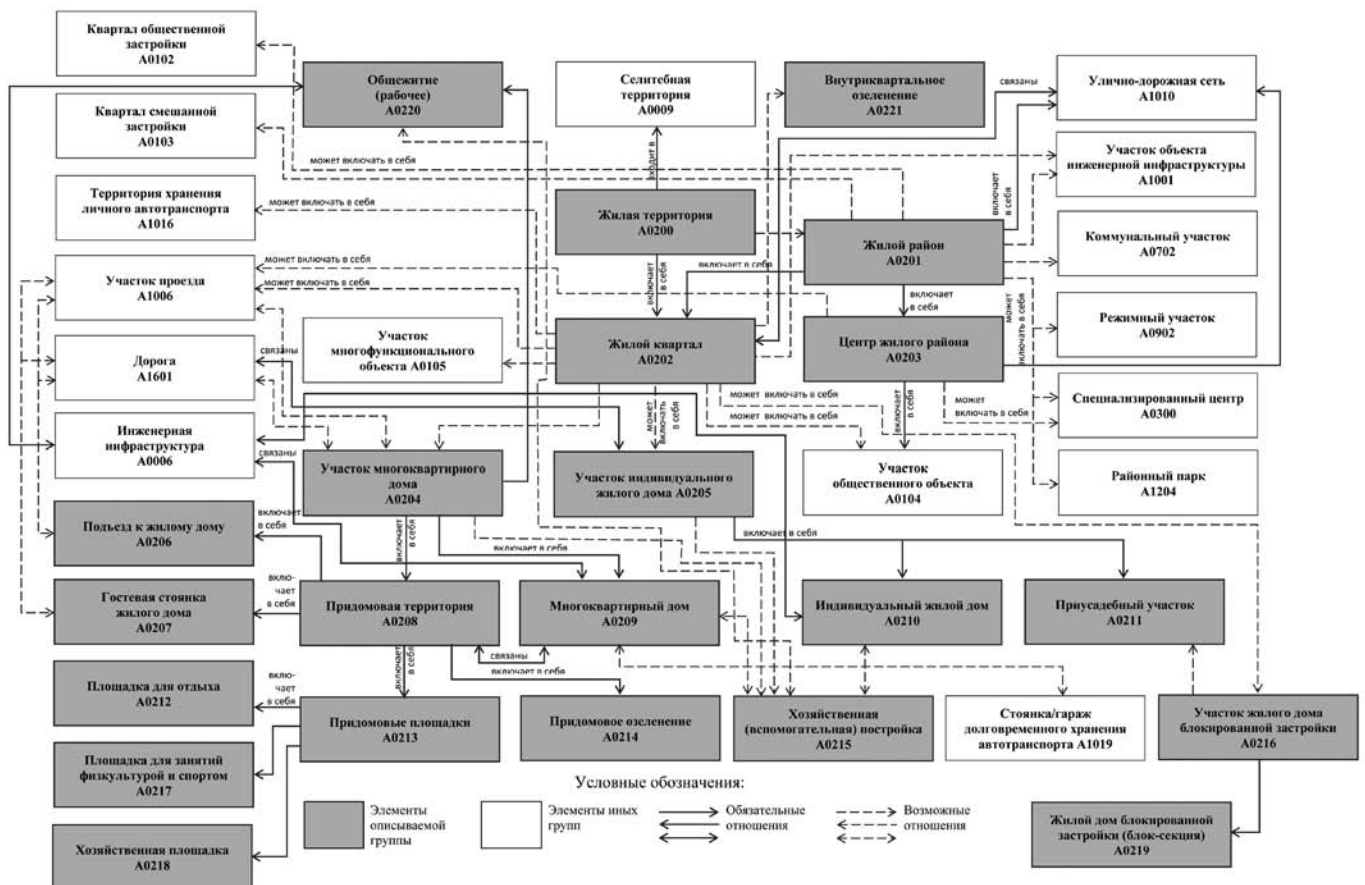


Рис. 2. Фрагмент онтологии города. Группа элементов «Жилая территория». Схема авторов статьи

держания общих и частных задач, реализующих основные цели и задачи системы.

Общие задачи представляют собой актуальные для городского развития проблемы, отобранные на данном этапе развития СППР. Был сформирован перечень из пяти общих задач (ОЗ), актуальность которых для городского развития была определена по результатам анализа пользовательских требований к системе и экспертных мнений, собранных авторами:

- комплексное освоение новых территорий (ОЗ-1);
- редевелопмент территорий (ОЗ-2);
- оценка обеспеченности территории сервисом (ОЗ-3 и ОЗ-4);
- размещение нового сервиса на территории (ОЗ-5).

При работе с СИППРУГС наиболее востребовано моделирование городской среды, включающее в себя сравнительную оценку развития территории по различным параметрам, задаваемым пользователем. Базовой для работы системы является задача ОЗ-1: комплексное освоение новых территорий, в рамках которой решается классическая проблема застройки «пустой» территории. Актуальной и востребованной в современных условиях является задача ОЗ-2, касающаяся редевелопмента застроенной территории [3]. В ней базовая задача ОЗ-1 преобразуется в последовательную оценку сохраняемой застройки, ввод и оценку параметров реконструкции, параметров сноса и нового строительства на месте сноса. Прочие задачи решают локальные вопросы оценки наличия и развития тех или иных сервисов и благ. Сложность задач ОЗ-1 и ОЗ-2 подчеркивает тот факт, что в их составе было выделено в общей сложности 217 частных задач, представляющих собой декомпозицию общей задачи, а на три остальных общих задачи приходилось лишь 24 частных. Ниже алгоритм решения общей задачи в СИППРУГС описан на примере базовой задачи ОЗ-1.

При решении задачи ОЗ-1 первоначально оператор системы с использованием ГИС-интерфейса СИППРУГС определяет границы территории освоения, горизонт планирования для реализации проекта, затем выбирает используемые ограничения, а также реализуемые функции (жильё, производство и т.п.), затем определяется с внешними планировочными факторами (проектируемые магистрали, инженерные коммуникации и т.п.) и производит выбор номенклатуры размещаемых нежилых объектов, задавая их свойства (например, система позволяет сделать выбор из 41 класса объектов общественного назначения, для которых в совокупности определено 48 свойств, при этом количество объектов и их свойств может увеличиваться по мере развития системы). Система определяет границы допустимого размещения жилья (если эта функция выбрана пользователем) и производит расчёт жилых и нежилых территорий по заданным пользователем характеристикам, определяя возможную структуру жилищного фонда, численность населения, баланс жилых территорий, суммарную площадь коммерческой недвижимости, потребность в объектах социальной инфраструктуры, размер автопарка, находящегося во владении населения, нагрузки на инженерные сети, величину исходящих и входящих

транспортных потоков, производит оценку затрат на освоение территории, расчёт стоимости строительства объектов местного значения, реализуемых за бюджетные средства, а также оценивает социально-экономический эффект от реализации проекта, включая количество рабочих мест, оценку налоговых поступлений по различным уровням бюджетной системы, а также оценку бюджетной эффективности на весь срок реализации проекта.

Изменение исходных данных позволяет оператору получить новый вариант расчёта. Количество вариантов ограничено только возможностью сравнить их, для того, чтобы сделать выбор. Система индикативной оценки вариантов облегчает процесс оценки и сравнения. Результаты выводятся в отчётной форме. Пример интерфейса ПАК СИППРУГС приведён на рисунке 3.

Методология на основе интеграции инноваций

Методологический подход к разработке и развитию программно-аппаратного комплекса также стал значимым результатом работы. Традиционно решение городских проблем представляет собой несколько вариантов выхода из проблемы и рекомендации по выбору оптимального варианта. Градостроительные проблемы характеризуются столь большим уровнем сложности, что сама постановка проблемы – процесс, требующий серьёзных усилий и иногда специальных исследований. Неправильно сформулированная проблема нивелирует значение решений, однако моделирование проблемы в полной мере невозможно осуществить средствами компьютерного программирования. Определение однозначного решения проблем в области городского развития затрудняется участием большого количества заинтересованных лиц с отличающимися представлениями о возможных решениях [4]. Таким образом, любая проблема городского развития носит социальный характер. Следующие особенности СППР для градостроительного планирования легли в основу методики, применённой авторами СИППРУГС⁶:

⁶ Отчёт о научно-исследовательской работе: «Разработка системы интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению городской средой (заключительный)». – Фонд ООО «НПО «Южный градостроительный центр», 2021. – 104 с.

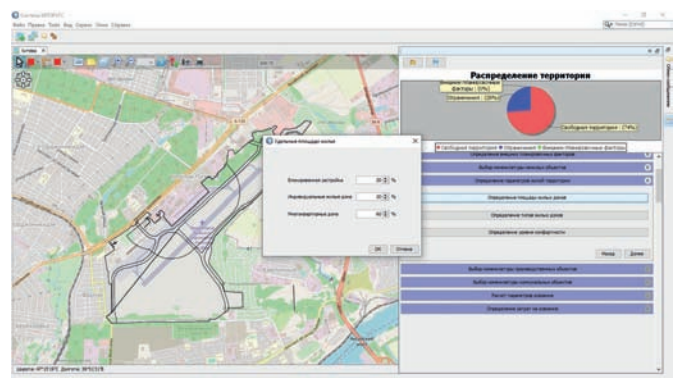


Рис. 3. Пример интерфейса ПАК «СИППРУГС»

- 1) совместное проектирование и участие широкого круга заинтересованных лиц: СППР должна быть открыта для их содействия;
- 2) эффективное функционирование в существующих условиях и возможность развития, расширения и изменения;
- 3) способность представлять противоречивые знания и обеспечить обмен между ними;
- 4) учёт имеющихся ограничений в области полноты и качества данных, дефицита и несогласованности информации, организационных, квалификационных, правовых, финансовых и иных возможностей для принятия решений в области градостроительного планирования.
- 5) адаптивность к возникающим рискам в ходе развития города.

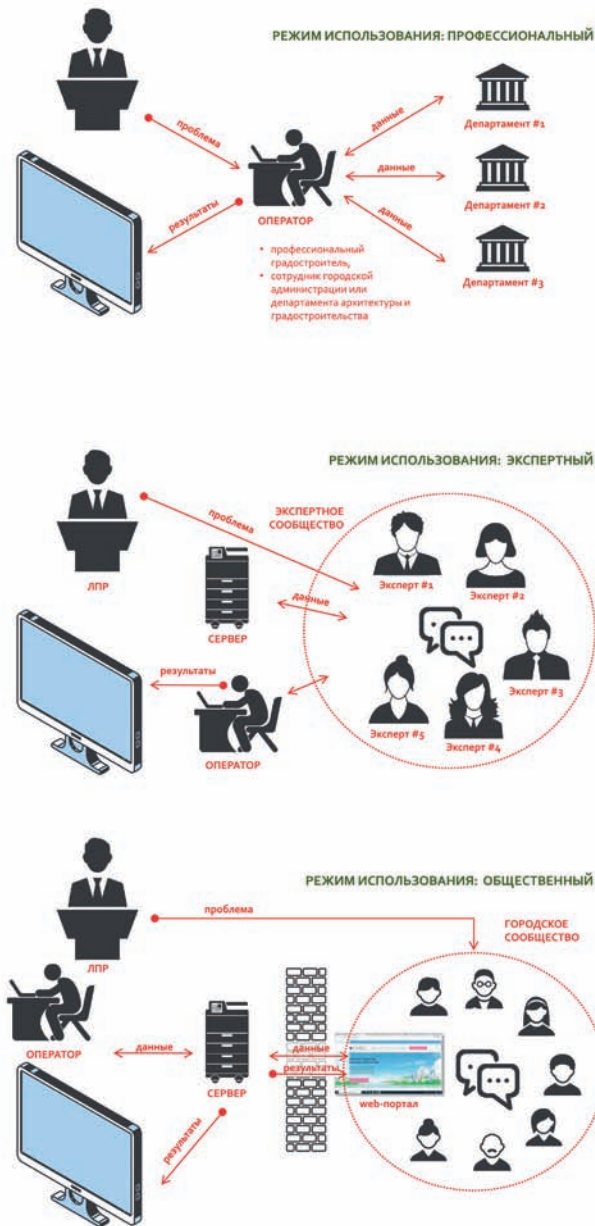


Рис. 4. Схема организации работы ПАК «СИППРУГС» в профессиональном, экспертном и публичном режимах. Рисунок авторов статьи

Для выработки требований к СППР, обусловленных местными особенностями и условиями, в том числе и правовыми (градостроительными регламентами, местными нормативами), была сформирована группа с участием заинтересованных сторон, экспертов в различных сферах городского развития. Методика реализована через совместные мероприятия [5]. Одно из них представляло собой воркшоп по выявлению оптимальных алгоритмов освоения территории пилотной площадки, освободившейся после выноса из Ростова-на-Дону старого аэропорта.

Привлечённые эксперты (около сорока человек) признали необходимость рассматривать указанную территорию как экспериментальную площадку по внедрению новых методов и практик городского планирования, передовых технологий строительства, организации и управления городской средой, учитывающих современные вызовы. В качестве ключевых позиций эксперты отметили уход от строительства исключительно коммерческого жилья, формирование общественных пространств высокого уровня комфорта, экологичных промплощадок, внедрение новых форм мобильности, создание условий для сохранения здоровья населения, реализации его творческого и интеллектуального потенциала, активации инновационных форм экономической деятельности [6]. По итогам воркшопа с использованием ПАК СИППРУГС были подготовлены предложения по освоению территории старого аэропорта [7].

Приходится признать, что приведённая выше методология разработки СППР в проекте СИППРУГС реализована лишь отчасти – это скорее научно обоснованные проработки и посыл для дальнейшей реализации, чем конкретные решения, могущие обрести жизнь при современном развитии общественного и экспертного участия в городской политике в России.

В качестве дальнейшего развития СППР предполагается реализация его в трёх режимах: профессиональном, экспертном и публичном. Профессиональный режим, фактически реализованный к настоящему моменту, предполагает взаимодействие лица, принимающего решение (ЛПР), с оператором системы, который, получив задание, вносит в систему данные, полученные от подразделений администрации и сторонних структур, подготавливая варианты решения проблемы. Экспертный режим предполагает постановку проблемы ЛПР перед городским экспертным сообществом. При этом каждый из экспертов может сам формулировать задачу, детализировать требования к ее решению, менять расчётные коэффициенты, вступать во взаимодействие с коллегами. Публичный режим может быть реализован на основе web-портала, куда имеет доступ каждый горожанин. Граждане могут высказывать свои предложения по поставленным задачам, сами предлагать задачи для решения, моделировать параметры градостроительного решения. Лучшие (с точки зрения системы) решения могут публиковаться на портале. Схематически организация работы системы в каждом из вышеуказанных режимов изображена на рисунке 4.

Заключение

Инновации в городах сегодня реализуются в рамках философского концепта «умный город», объединяющего ряд многочисленных, зачастую противоречивых представлений, так или иначе связывающих городское развитие с развитием технологий, в особенности цифровых [8]. Тот же процесс в градостроительном планировании сегодня в основном связан с внедрением новых технологий проектирования и использования геоинформационных систем, что ещё не гарантирует переход на новый уровень эффективности.

Во время как технологические инновации в градостроительном планировании уже привычны [9], организационные и социальные инновации распространены недостаточно. Они формируются, как правило, на местном уровне, там, где лица, принимающие решения, реализуют политику, которая реагирует на текущие сложные условия решения городских проблем. Отсюда большие перспективы развития СППР в области градостроительного планирования в направлении все большей открытости системы, вовлечённости в процесс формулирования проблем и поиска вариантов их решения представителей экспертного сообщества. При принятии стратегических решений в области градостроительного планирования, лица, принимающие решения, должны иметь доступ к профессиональной информации.

Цель разработки ПАК «СИППРУГС» – дать городским управленцам современный инструментарий для выбора наиболее предпочтительного варианта развития части городской территории и оценки последствий его реализации в области влияния на городские подсистемы. С помощью комплекса можно оценивать ёмкость территории для потенциальной реконструкции и привлечения инвестиций, определять технико-экономические показатели возможных проектов развития, готовить потенциальные инвестиционные площадки, просчитывая заранее необходимость вложений в инфраструктуру и эффект, получаемый городом, в том числе в долгосрочной перспективе.

Однако стоит заметить, что при всех описанных выше инновациях само принятие решений всегда остаётся за человеком.

Список источников:

1. Smirnova, O. Ontology-based Model of a Smart City / O. Smirnova, T. Popovich. – Текст : электронный // REAL CORP conference proceedings. – 2019. – ISSN 2521-3938. – URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_141.pdf (дата обращения 22.08.2023).
2. Трухачёв, Ю.Н. Общая теория градостроительных систем (методологическая концепция) / Ю.Н. Трухачёв. – Ростов-на-Дону : Ростовская государственная академия архитектуры и искусства, 2006. – 120 с. – Текст : непосредственный.
3. Batunova, E. Searching for Smart Solutions in Urban Development beyond the Political Slogans: a Case of Rostov-on-Don, Southern Russia / E. Batunova, S. Trukhachev. –

Текст : электронный // REAL CORP conference proceedings. – 2019. – ISSN 2521-3938. URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_121.pdf (дата обращения 22.08.2023).

4. Decision Support System Design as a Method to Enhance Public Participation in Urban Development: The CRISALIDE Project, Rostov-on-Don / Draghia M., Smirnova O., Popovich T. [и др.]. – Текст : электронный // REAL CORP conference proceedings. – 2020. – URL: https://conference.corp.at/archive/CORP2020_229.pdf (дата обращения 22.08.2023).

5. Козлов, В. Как сделать «умнее» южные города / В. Козлов. – Текст : непосредственный // Эксперт-Юг. – 2021. – № 3. – С. 24–26.

6. Elisei, P. The CRISALIDE Project: When Innovative Planning Processes Re-Balance Urban Development and Create New Quality of Life Using the Opportunities Provided by the Rise of the Digital City / P. Elisei, E. Batunova, M. Draghia. – Текст : электронный // Proceedings of the 55th ISOCARP World Planning Congress, 2019. – URL: <https://isocarp2019.isocarp.org/paper-platform/abstract/public/310/> (дата обращения 22.08.2023).

7. Трухачёв, С.Ю. Инновационный подход к освоению территории бывшего аэропорта в Ростове-на-Дону / С.Ю. Трухачёв, Е.О. Хитёва, Д.В. Чеботарёв. – Текст : непосредственный // Фундаментальные поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году : Научные труды РААСН : В 2-х томах : Том 1. – Москва : АСВ, 2022. – С. 296–304.

8. Хестанов, Р.З. Кто принимает решение в умном городе / Р.З. Хестанов, А.С. Сувалко. – <https://doi.org/10.17323/usp7120226-21>. – Текст : непосредственный, // Городские исследования и практики. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 6–21.

9. Есаулов, Г.В. «Умный» город в цифровой экономике / Г.В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. 2017. – № 4. – С. 68–74.

References:

1. Smirnova O., Popovich T. Ontology-Based Model of a Smart City. In: *REAL CORP conference proceedings*, 2019, ISSN 2521-3938. URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_141.pdf (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)
2. Trukhachev Yu.N. Obshchaya teoriya gradostroitel'nykh sistem (metodologicheskaya kontseptsiya) [General Theory of Urban Planning Systems (Methodological Concept)]. Rostov-na-Donu, Rostov State Academy of Architecture and Art Publ., 2006, 120 p. (In Russ.)
3. Batunova E., Trukhachev S. Searching for Smart Solutions in Urban Development beyond the Political Slogans: a Case of Rostov-on-Don, Southern Russia. In: *REAL CORP conference proceedings*, 2019, ISSN 2521-3938. URL: https://archive.corp.at/cdrom2019/papers2019/CORP2019_121.pdf (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)

4. Batunova E., Thrukhachev S., Elisei P., Draghia M., Smirnova O., Popovich T., Schrenk M., Khiteva E., Meita V. Decision Support System Design as a Method to Enhance Public Participation in Urban Development: The CRISALIDE Project, Rostov-on-Don. In: *REAL CORP conference proceedings, 2020*. URL: https://conference.corp.at/archive/CORP2020_229.pdf (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)
5. Kozlov V. Kak sdelat' «umnee» yuzhnye goroda [How to Make Southern Cities “Smarter”]. In: *Ekspert-Yug, 2021*, no. 3, pp. 24–26. (In Russ.)
6. Elisei P., Batunova E., Draghia M. The CRISALIDE Project: When Innovative Planning Processes Re-Balance Urban Development and Create New Quality of Life Using the Opportunities Provided by the Rise of the Digital City. In: *Proceedings of the 55th ISOCARP World Planning Congress, 2019*. URL: <https://isocarp2019.isocarp.org/paper-platform/abstract/public/310/> (Accessed 08/22/2023). (In Engl.)
7. Trukhachev S.Yu. Innovatsionnyi podkhod k osvoeniyu territorii byvshego aeroporta v Rostove-na-Donu [Innovation Approach for Redevelopment of Territory Former Airport in Rostov-on-Don]. In: *Fundamental'nye poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noi otrasli Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu [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 2021 year]*, Scientific works, In 2 volumes, Vol. 1, pp. 296–304. (In Russ., abstr. in Engl.)
8. Khestanov R.Z. Suvalko A.S. Kto prinimaet reshenie v umnom gorode [Who Makes Decisions in the Smart City]. In: *Gorodskie issledovaniya i praktiki [Urban Studies and Practices]*, 2022, Vol. 7, no. 1, pp. 6–21, <https://doi.org/10.17323/usp7120226-21>. (In Russ., in Engl.)
9. Esaulov G.V. «Umnyi» gorod v tsifrovoi ekonomike [Smart City in Digital Economy]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2017, no. 4, 68–74. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 118–126.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 118–126.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 712-1

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-118-126

«Умный ландшафт» городского парка

Воличенко Ольга Владимировна (Москва). Доктор архитектуры. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: wolitschenko@mail.ru

Цурик Татьяна Олеговна (Курск). Кандидат культурологии. Юго-Западный государственный университет (Россия, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94. ЮЗГУ). Эл. почта: tsurikto@yandex.ru

Аннотация. Стратегическое использование информационной и коммуникационной инфраструктуры в процессе городского планирования и управления привело к созданию и реализации модели «умного города». Продолжается поиск подходов и методов решения проблем современных городов. Анализируемые модели «умного города» различаются способами достижения поставленных задач, но едины в понимании необходимости внедрения комплекса технических и организационных мероприятий для управления ресурсами и предоставлением услуг. «Умные технологии» помогают в решении вопросов развития городских парков, которые нуждаются в обновлении и качественном преобразовании. «Умный ландшафт» парков использует цифровые технологии для решения экологических проблем и создания комфортной и безопасной среды для посетителей. В статье проводится анализ ценностных критериев «умных парков», выделяются наиболее значимые структурные элементы и функции, необходимые для создания умного ландшафта. Предлагается подход, направленный на гуманизацию ландшафтной среды, сочетающий применение «умных технологий» и региональных компонентов.

Ключевые слова: информационно-коммуникативные технологии, «умный город», «умный парк», комплексное управление, ландшафт городского парка

Для цитирования. Воличенко О.В., Цурик Т.О. «Умный ландшафт» городского парка // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 118–126. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-118-126.

“Smart Landscape” of City Park

Volichenko Olga V. (Moscow). Doctor of Science in Architecture. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26. NRU MGSU). E-mail: wolitschenko@mail.ru

Tsurik Tatyana O. (Kursk). Candidate of Science in Cultural Studies. Southwest State University (305040, 94, 50 Let Oktyabrya St, Kursk, Russia. SWSU). E-mail: tsurikto@yandex.ru

Abstract. The strategic use of information and communication infrastructure in the process of urban planning and management has led to the creation and implementation of a smart city model. The search for approaches and methods for solving the problems of modern cities continues. The analyzed smart city models differ in ways of achieving the set goals, but are unanimous in understanding the need to introduce a set of technical and organizational measures to manage resources and provide services. Smart technologies help in solving the issues of urban parks development, for updating and qualitatively transformed. Smart city

© Воличенко О.В., Цурик Т.О., 2023.

Статья написана по материалам доклада на VIII Международном симпозиуме «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений». Россия, Тамбов, 17–21 мая 2023 года

park uses digital technology to solve environmental problems and create a comfortable and safe environment for visitors. The article analyzes the value criteria of smart parks, highlights the most significant structural elements and functions necessary to create a smart landscape. An approach is proposed aimed at humanizing the landscape environment, combining the use of smart technologies and regional components.

Keywords: information and communication technologies, smart city, smart park, integrated management, city park landscape

For citation. Volichenko O.V., Tsurik T.O. Smart landscape of city park. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 118–126, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-118-126.

В настоящее время городские парки во многих городах России, как и во всём мире, столкнулись с целым рядом серьёзных проблем, среди которых можно назвать: 1) спад активности в парковых зонах из-за несоответствия социально-культурным запросам населения; 2) сокращение площадей городских озеленённых пространств, в том числе парков; 3) отсутствие художественной выразительности; 3) уменьшение финансирования на персонал, программы, техническое обслуживание и т.п.

Парки, открытые в начале ещё XX века, в основном, не отвечают современным требованиям. Их территории сохраняют простейшую композиционную структуру, предоставляют минимум услуг и занятий посетителям, за исключением детских площадок и зон тихого отдыха, что не делает их привлекательными для людей среднего и преклонного возраста (рис. 1, 2).

Потребности горожан постепенно меняются, что обуславливает более высокие требования к обслуживанию, управлению и проектированию городских парков и рекреационных зон. В настоящее время проект городского парка должен решать не только задачи ландшафтного дизайна, но и предлагать урегулирование социальных, экономических, экологических и других проблем.

Рост и развитие городских территорий напрямую связано с разработкой новых и качественным преобразованием существующих ландшафтно-средовых комплексов, наполнением смысловым содержанием пространств для различных видов рекреационной деятельности. Решение данных задач требует расширения спектра

охватываемых проблем, что возможно при помощи внедрения информационных технологий и инновационного управления. Сейчас можно уже с уверенностью говорить, что появление информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) полностью изменило модель городского развития. Растущая популярность идеи стратегического использования информационной и коммуникативной инфраструктуры и услуг привела к созданию и применению модели «умного города». «Умные города» ориентируются на заинтересованность и соучастие в данном процессе всего сообщества с целью создания биосферосовместимой комфортной среды, внедряя и непрерывно совершенствуя комплекс технических решений и организационных мероприятий, обеспечивающих их максимально эффективное функционирование. Искусственный интеллект цифровых технологий постепенно проникает во все структурные организации современного городского организма. В настоящее время проект «Умный город» реализуется в России и включает в себя пять ключевых принципов: создание комфортной и безопасной среды; ориентацию на человека; технологичность городской инфраструктуры; экономическую эффективность, в том числе сервисную составляющую городской среды; повышение качества управления ресурсами². Вместе с тем реализации инноваций препятствуют сложности, связанные с недостатком инвестиций, качеством управления и технологическими ограничениями [1].

Концепции «Умного города», сложившиеся в научном сообществе, разнятся в зависимости от ключевых аспектов,

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

² Методические рекомендации по подготовке регионального проекта «Умные города» // Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (<http://www.minstroyrf.ru/docs/17596/>).



а)



б)

Рис. 1¹. Курск: а) Парк им. Дзержинского. Открыт в 1930 году; б) Парк пионеров. Открыт в 1927 году

избранных в качестве приоритетного направления smart-развития городского пространства. Выделяются три основные направления изучения и применения методологии и технологии умного города.

Одним из наиболее распространённых трендов является использование модели «Умный город 1.0», которая, как и другие версии, уделяет внимание формированию экосистем, решающие насущные проблемы городской среды. Исследователи данной модели отмечают различные основания для формирования общей стратегии, что не способствует её целостности [2; 3].

Второй подход (модель «Умный город 2.0») обладает большей универсальностью и ориентированностью на запросы горожан, а также нацеленностью на устойчивое развитие городской среды. Реализация данной модели направлена на создание конкурентноспособной и инновационной экономики и повышение качества жизни горожан [4].

Третий подход («Умный город 3.0») отличается избирательным решением в контексте применения модели в зависимости от характеристик городской инфраструктуры, социально-географического положения, технологического уровня города и региона. Его отличают инклюзивность и соответствие запросам различных групп населения [5].

Смарт-решения «умного парка» основаны на использовании модели умного города с учётом масштабов и специфики функционирования городских парков. По нашему мнению, целям повышения уровня проектирования, организации и обслуживания парка в большей мере соответствует модель «Умный город 2.0». Она отвечает задачам интеграции различных сфер знаний – архитектурно-ландшафтных, инженерно-технологических и социально-экологических и др. и направлена на внедрение инноваций в «умный парк».

Под ландшафтом мы понимаем не столько территорию, характеризуемую физико-географической целостностью [6], сколько физическое и материальное воплощение результатов взаимодействия человека и природы [7]. В ландшафтах городских парков геопространственная структура обогащается за счёт формирования новых функций и эстетических характеристик.

«Умный парк» – это парк, использующий различного рода технологии (экологические, цифровые, инженерные и др.) и материалы, направленные на 1) достижение равного доступа, 2) соответствие требованиям горожан, 3) улучшение здоровья, 4) безопасность, 5) устойчивость, 6) эффективность использования воды, 7) экономию энергии, 8) эффективную эксплуатацию и техническое обслуживание [8]. Критерии ценности, применяющиеся для оценки эффективности технологических инноваций, представляют собой набор социо-экологических требований для проектирования умных парков (рис. 3).

Таким образом, «умный парк» – это модель, основанная на внедрении в ландшафтное пространство преимуществ цифровых технологий для обеспечения высокого уровня и качества предлагаемой парковой среды. Нематериальный аспект

удовлетворённости от предложенных услуг повышается при следующих условиях: равного доступа, соответствия нуждам местного населения, улучшения здоровья, безопасности, устойчивости, водо- и энергосбережения, а также благодаря эффективному техническому обслуживанию.

В концептуальной модели парка главную роль играет организация ландшафта, который в наибольшей мере будет соответствовать ценностным критериям. Данные критерии достигаются с помощью цифровизации проектирования, системы управления и обслуживания в парке (рис. 4). Цель нашей работы – проанализировать особенности концепции умного парка, условия и возможности её внедрения.

Анализ системы регулирования ландшафта города позволил выделить многофункциональные элементы, которые в первую очередь нуждаются в изменении посредством новых технологий. Такими элементами в городской среде являются фасады, остановки транспорта, освещение, уличные покрытия, зелёная инфраструктура [7]. В свою очередь, нами рассмотрены структурные элементы ландшафта городского парка с целью выявления наиболее важных функций, предполагающих применение информационно-коммуникационных технологий. Мы выделили основные структуры, которые, по нашему мнению, поддерживают функционирование «умного ландшафтного пространства» (табл.).



Рис. 3. Ценностные критерии умных парков



Рис. 4. Модель «умного парка»

Эффективное комплексное управление

Эффективное комплексное управление предполагает контроль за использованием воды, анализ состояния водных ресурсов и растений. «Умная экология» в городских парках может начинаться с построения целостного экологического рисунка городского ландшафта, формирующего природное разнообразие и создающего условия для реализации программы. На основе анализа и обратной связи интеллектуальных систем мониторинга, таких как интеллектуальная система управления и беспроводная сетевая технология, можно напрямую и разумно контролировать экологическую среду, чтобы добиться контроля за зелёными насаждениями в городских парках и повысить эффективность управления его озеленением. Например, использование воды и зелёных насаждений для формирования биологической среды обитания парка можно контролировать и защищать с помощью инфракрасных камер.

Контроль за состоянием растений и использованием водных ресурсов

Технология фотосъёмки в ближнем инфракрасном диапазоне фиксирует на снимках отражённый свет, который находится за пределами видимого светового спектра. Фотосинтезирующие растения поглощают большую часть видимого света и отражают ближний инфракрасный свет. Таким образом, фотография в ближнем инфракрасном диапазоне может выявить участки с высокой или низкой

степенью фотосинтеза, что является показателем здоровья растений. Фотографии могут быть использованы для визуализации процесса фотосинтеза растений, что поможет отслеживать структуру растительности и её состояние, а также позволит обнаружить потенциальные источники загрязнения (рис. 5).

Фотографии могут быть особенно полезны (в качестве аэрофотоснимков) для мониторинга парков с обширными площадями растительности, а также общей структуры ландшафта в городе или регионе. Поскольку эта технология может использоваться для изучения состояния растений, она может информировать о палитре посадок или потребности в орошении, помогая поддерживать здоровую экосистему парка. Использование фотосъёмки в ближнем инфракрасном диапазоне может предупредить персонал парка о повреждении растительности и других проблемах до того, как это будет обнаружено невооружённым глазом.

Реализацию принципа экономии водных ресурсов может обеспечить разработка системы сбора дождевой воды и повторного её использования в парках. Осуществляется она различными способами. Например, организация системы управления ливневыми стоками накапливает воду в резервуаре, откуда она затем направляется на полив растений. Такие системы могут быть выполнены в виде игровых или выставочных арт-объектов. Дюпел Страйкерс, архитектор из Роттердама, разработал небольшой арт-объект, демонстрирующий возможности города адаптироваться к изменению климата

Таблица. Умный ландшафт парка

Структурные элементы	Эффективное комплексное управление	Архитектура и дизайн	Взаимодействие и вовлечение
Функции	Контроль за состоянием растений и использованием водных ресурсов	Умная мебель и малые архитектурные формы	Иммерсивность
	Экономия и выработка электроэнергии	Освещение и вывески	Региональный контекст

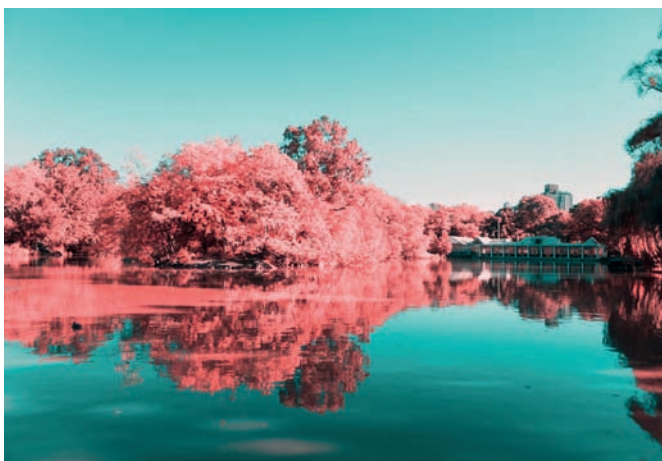


Рис. 5. Фотография в ближнем инфракрасном диапазоне



Рис. 6. Павильон «Водораздел» (Watershed). Роттердам, Нидерланды. Архитектор. Д. Страйкерс

и увеличению количества осадков. Сооружение выполнено из пластиковых водосточных труб, половина которых заполнена грунтом и растениями, а через другую половину дождевая вода попадает в искусственный водоём-резервуар внутри павильона. Посетители могут перейти водоём по ступенькам. Ночью павильон «Водораздел» (Watershed) освещают светодиодные фонари, расположенные в трубах. Данный арт-объект иллюстрирует работу системы сбора дождевой воды для повторного использования, привлекая посетителей и побуждая их задуматься о своём отношении к воде и природе [10] (рис. 6).

Экономия и выработка электроэнергии

Инновационными способами генерации электроэнергии становятся жёсткие ландшафтные материалы, которые используются на площадках, пешеходных дорожках и зонах отдыха (с жёстким покрытием из бетона, тротуарной плитки, дерева и т.п.). Твёрдые поверхности «умных парков» могут быть изготовлены из инновационных материалов или в сочетании с традиционными покрытиями. Дорожные покрытия могут решить проблему эффекта теплового острова или отсутствия системы отвода ливневых вод.

Пьезоэлектрическая плитка, преобразующая кинетическую энергию в электрическую, – это высокотехнологичный ландшафтный материал, который может обеспечить энергией и улучшить впечатления посетителей парка. Так, система Пэвэджен состоит из серии резиновых панелей, изготовленных из переработанных автомобильных шин, которые в силу своей мягкости сжимаются под тяжестью каждого человека, наступающего на них. Это давление передаётся на находящиеся в них кристаллы кварца и медные катушки, которые посредством индукции могут генерировать достаточно электроэнергии, чтобы за каждый шаг вырабатывать электроэнергию для освещения улицы в течение 30 секунд (рис. 7). Пьезоэлектрическая плитка применяется для покрытия детских и спортивных площадок, футбольных полей, беговых дорожек, танцполов и тротуаров [11]. Несмотря на сложности в эксплуатации, пьезоэлектрическое покрытие можно использовать в парках как интерактивный или образовательный элемент в целях привлечения посетителей и поощрения физической активности (рис. 8).

Светящиеся в темноте велосипедные и пешеходные дорожки с флуоресцентным пигментом повышают безопасность их использования в ночное время (рис. 9). В течение дня люминофоры поглощают солнечную энергию, а в тёмное время суток начинают светиться.

Энергогенерирующие тренажеры (кардио-, тонизирующие, силовые и т.п.) также могут преобразовывать механическую энергию трения в электрическую. Произведённую энергию можно использовать здесь же – для освещения или для зарядки мобильных устройств, а возможно передавать её по сети для использования другими лицами. Таким образом, ландшафтные объекты обогащают функциональность городского парка за счёт применения сенсорных технологий.

Архитектура и дизайн

В современных парковых ландшафтах большое внимание уделяется пространственной форме, функциональной планировке, а также дизайну малых архитектурных форм – обязательному элементу благоустройства. «Городское оборудование, состоящее из малых архитектурных форм, элементов ландшафтного дизайна, скульптур, плоскостных и объёмных конструкций, а также освещения, обеспечивает организацию прогулочного движения, координируя функциональные процессы на пути пешеходов» [12, с. 67].



Рис. 7. Тротуарная плитка Пэвэджен (Pavegen). Лондон. Автор технологии Л. Кэмболл-Кук



Рис. 8. Спортивная площадка с пьезоэлектрическим покрытием



Рис. 9. Светящиеся велосипедные дорожки

Умная мебель и малые архитектурные формы

Удобная и эргономичная городская мебель жизненно важна для обеспечения комфорта и создания условий для вовлечённости посетителей в жизнь парка. С другой стороны, в некоторых общественных пространствах используется так называемая «враждебная городская архитектура», например, скамейки с перегородками для предотвращения сна в парках или скамейки с перекладинами и шипами для контроля за нежелательным поведением. Более эффективным решением для обеспечения безопасности пребывания в парках стало создание «умной мебели»: «умные скамейки» с подключением к Wi-Fi (рис. 10), конструкции с солнечными тенями, уплотнители мусора на солнечных батареях, датчики присутствия в туалетах, «умные фонтанчики» для воды, цифровые вывески, автоматические счётчики для велосипедов и пешеходов и др.

Освещение и вывески

Светодиоды и волоконную оптику можно использовать в любом месте парков (на площадках, фасадах зданий, зонах отдыха) для формирования образа и повышения качества пространства. Защищённые световые табло могут привлекать посетителей в ранее недостаточно посещаемые районы парка, тем самым способствуя его безопасности. Волоконная оптика



Рис. 10. Умная скамейка на бульваре Братьев Весниных в Москве: навигация, LED-освещение, доступ Wi-Fi, зарядка мобильных устройств



Рис. 11. Цифровая проекция на деревьях. Камбоджа. Художник Бриан Климент

безопасна в дождливую погоду, так как нет риска поражения электрическим током. Креативное освещение может улучшить пространство и повысить художественную выразительность для увеличения числа посещений и создания привлекательного места (рис. 11). Как отмечал профессор А.В. Ефимов, «обширные городские пространства, созданные архитектурой и её колористическими и световыми преобразованиями, являют собой динамично пульсирующую световую реальность, в которую погружён человек и с которой работает архитектор-дизайнер» [13, с. 22].

Взаимодействие и вовлечение

Иммерсивность

Высокий уровень интеграции компьютерных информационных технологий приводит к новому пониманию возможностей организации паркового ландшафта в соответствии с потребностями населения в получении интерактивного опыта. Применение цифровых технологий даёт возможность использовать его в интерактивном режиме и наделяет новыми функциями, не только полезными, но и развлекательными. Эффект полного погружения в виртуальную, или дополненную, реальность посредством голографических проекций создаёт так называемый иммерсивный эффект для посетителей. Благодаря смене сценических виртуальных декораций посетители могут взаимодействовать с ними и даже участвовать в творческом процессе. Пространственное переплетение восприятия, интуитивное и поведенческое осознание позволяют увеличить глубину проникновения, размыть временные и физические границы пространства, предоставив людям захватывающий интерактивный опыт, который может резонировать, сокращая социальные дистанции между ними в силу идентичности мышления и восприятия.

Текущее погружение часто концентрируется в определённом внутреннем пространстве, в то время как иммерсивное ощущение ландшафтного пространства отражается в пространственной последовательности переходов, смене визуальных измерений восприятия интерактивного пространства и разнообразии уровней открывающихся видов [14, с. 506]. Задавая сюжетную тему для организации ландшафтного пространства, можно создать изменения в пространстве восприятия. По мере продвижения вперёд перед посетителем разворачивается повествование, а окружающий пейзаж используется как носитель информации. Организованная интеллектуальными технологиями ландшафтная среда предлагает новые типы взаимодействия посетителей с пространством парка и формирует уникальный эмоциональный опыт (рис. 12).

Региональный контекст

Природно-культурное наследие формирует идентичность городских ландшафтов, определяя уникальное отличие их от других регионов. Современный «умный парк» способствует устойчивому развитию не только за счёт внедрения иннова-

ционных технологий, но и за счёт сохранения особенностей и колорита местности, сохранения исторической памяти места, выступающих в качестве временных и пространственных ориентиров [15, с. 69]. При обновлении ландшафтного пространства «умного парка» важно сохранить оригинальные природные компоненты, элементы традиционного ландшафта, стремясь отразить автохтонные культурные формы и региональный контекст. С этой целью необходимо провести детальный анализ местных культурных особенностей и обеспечить их перевод на архитектурно-ландшафтный пространственный язык. Ландшафтные объекты при реализации концепции регионального национального контекста могут обновляться, опираясь на: 1) смену кадров визуального восприятия; 2) новую организацию взаимодействия объектов; 3) развёртывание в пространстве эмоционального художественного сюжета и т.д.

Например, в этнопарке в селе Красниково (Курская область), сохраняющего традиции старинной русской деревни, посетители могут наслаждаться видом на реку Нагольненский Колодезь и старинную мельницу, уцелевшую в первозданном виде (рис. 13). Парк формирует у местных жителей и посетителей чувство причастности к прошлому и к местной истории. Стратегии комбинирования артефактов, этнографических и историко-культурных памятников с цифровыми технологиями могут повысить эмоциональное переживание, сформировать сопричастность и идентичность. Сохранение исходных природных и культурных характеристик участка задают тематизацию паркового пространства, а технологии могут помочь знакомству с информацией о парке и его истории привлекательными аудиовизуальными средствами.

Оценка состояния и качества ландшафта современных городов постепенно меняется от количественных показателей к качественным. Развитию и обновлению городской среды соответствуют инновационные подходы к её преобразованию, среди которых важное значение имеет реализация модели «умного города». «Умный парк» является одним из компонентов развития «умного города», что объясняет научный и практический интерес к его исследованию. Развитие парковых пространств с использованием рассмотренной модели связан прежде всего с интернетом – глобальной информационно-коммуникационной сетью, предоставляющей возможность для хранения, обработки и передачи больших массивов данных, облачных вычислений, применения искусственного интеллекта, виртуальной реальности, преимуществ геоинформационных систем и т.п. Цифровые технологии нового поколения позволяют оптимизировать процессы обслуживания и управления парком, а также создавать городскую среду, в которой парки могут взаимодействовать друг с другом.

Внедрение модели «умного парка» в качестве средства развития предполагает:

– сочетание интеллектуальных технологий и ландшафта городского парка;

– выдвижение новых архитектурно-строительных идей с точки зрения технологий, места, экологии и гуманитарных наук;

– реализацию программы возрождения городского паркового ландшафта.

Развитие «умных парков» нацелено на такое взаимодействие посетителей с ландшафтом, которое формирует сильное эмоциональное впечатление, обогащает рекреационный опыт, оздоравливает посетителей и поддерживает региональную культуру. Таким образом, эффект от использования инновационных технологий достигается не только за счёт улучшения мониторинга, управления парковой инфраструктурой и энергосбережения, но и вследствие гуманизации ландшафтной среды, обеспечивающей отдых, взаимодействие и развитие.

Список источников

1. Колодий, Н.А. Умный город: особенности концепции, специфика адаптации к российским реалиям / Н.А. Колодий, В.С. Иванова, Н.А. Гончарова. – Текст: непосредственный // Социологический журнал. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 102–123.

2. Anthopoulos, L. Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking / L. Anthopoulos, M. Janssen, V.A. Weerakkody. – DOI:



Рис. 12. «Умный парк» «Сады у залива». Сингапур



Рис. 13. Этнопарк. Водяная мельница. 1870 год. Село Красниково Курской области

- 10.4018/IJEGR.2016040105. – Текст : непосредственный // International Journal of Electronic Government Research. – 2016. – Vol. 12, № 2. – P. 77–93.
3. *Веселова, А.О.* Перспективы создания «умных городов» в России: систематизация проблем и направлений их решения / А.О. Веселова, А.Н. Хацкелевич, Л.С. Ежова. – DOI: 10.1007/s13132-012-0084-9. – Текст : непосредственный // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2018. – № 1. – С. 75–89.
4. *Bakici, T.* A Smart City Initiative: the Case of Barcelona / T. Bakici, E. Almirall, J. Wareham. – DOI: 10.1007/s13132-012-0084-9. – Текст : непосредственный // Journal of the Knowledge Economy. – 2013. – Vol. 4, № 2. – P. 135–148.
5. *Dvinsky, M.* Smart City. «Smart» Infrastructure, Networks and Communications / M. Dvinsky, I. Drobyshev, N. Nepomnyaschaya, T. Pavluchenko // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. – 2017. – № 12. – P. 1869–1875. – DOI: 10.17516/1997-1370-0187.
6. *Мильков, Ф.Н.* Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения / Ф.Н. Мильков. – Москва : Мысль, 1973. – 224 с. – Текст : непосредственный.
7. Культурный ландшафт Курского края: особенности и перспективы развития / Т.О. Цурик, Т.В. Ковалёва, О.В. Абаджи, Е. Де Чиллис ; Отв. ред. Т.О. Цурик. – Курск : Университетская книга, 2015. – 172 с.
8. Smart Parks: A Toolkit. Luskin School of Public Affairs / Текст : электронный. – URL: <https://innovation.luskin.ucla.edu/sites/default/files/ParksWeb020218.pdf> (дата обращения 26.07.2023).
9. *Гущин, А.Н.* Умный ландшафт для «умного города» / А.Н. Гущин, М.Н. Дивакова. – Текст : непосредственный // Урбанистика. – 2022. – № 1. – С. 38–53.
10. *Strijkers, D.* Watershed / Doepel Strijkers. – Текст : электронный // Doepel Strijkers architects. – URL: <https://doepelstrijkers.com/work/watershed> (дата обращения 30.06.2023).
11. *Hari, A.* Piezoelectric Energy Generation in India: an Empirical Investigation / Anand Hari, Singh Binod Kumar. – DOI: <https://doi.org/10.1515/ehs-2020-0002>. – Текст : электронный // Energy Harvesting and Systems. – 2019. – Vol. 6, № 3-4. – P. 69–76. – URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/ehs-2020-0002/html> (дата обращения 30.06.2023).
12. *Воличенко, О.* Визуальная навигация и пешеходные пространства / О. Воличенко, Т. Цурик. – Текст : непосредственный // Проект Байкал. – 2023. – Т. 20, № 76. – С. 66–72.
13. *Ефимов, А.В.* Дизайн архитектурной среды – архитектурная профессия / А.В. Ефимов. – DOI 10.22337/2077-9038-2019-3-18-27. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2019. – №3. – С. 18-27.
14. *Zhou, W.* Research on Urban Park Landscape Renewal Based on Smart Landscape Under Computer Digital Technology / Weiwei Zhou, Huining Zhao. – DOI: 10.2991/978-94-6463-046-6_59. – Текст : электронный // Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Computer Technology and Media Convergence Design (CTMCD 2022). – Atlantis Press, 2022. – P. 498–509. – URL: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/ctmcd-22/1259788292/125978829> (дата обращения 30.06.2023).
15. *Воличенко, О.* Двойственность отношения к исторической городской застройке / О. Воличенко, Т. Цурик. – DOI 10.51461/pb.75.16. – Текст : непосредственный // Проект Байкал. – 2023. – Т. 20, № 75. – С. 68–73.

References

1. Kolodij N., Ivanova V., Goncharova N. Umnyi gorod: osobennosti kontseptsii, spetsifika adaptatsii k rossiiskim realiyam [Smart City: The Concept and Its Adaptation to the Russian Context]. In: *Sotsiologicheskii zhurnal [Sociological Journal]*, 2020, Vol. 26, Iss. 2, pp. 102–123. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. Anthopoulos L., Janssen M., Weerakkody V. A. Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking. In: *International Journal of Electronic Government Research*, 2016, Vol. 12, no. 2, pp. 77–93, DOI: 10.4018/IJEGR.2016040105. (In Engl.)

3. Veselova A. Hachelevich A., Ezhova L. Perspektivy sozdaniya «umnykh gorodov» v Rossii: sistematzatsiya problem i napravlenii ikh resheniya [Prospects to Create "Smart Cities" in Russia: Classification of Problems and Their Solutions] in: *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika [Perm University Herald. Economy]*, 2018, Iss. 1, pp. 75–89. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. Bakici T., Almirall E., Wareham J. A Smart City Initiative: The Case of Barcelona. In: *Journal of the Knowledge Economy*, 2013, Vol. 4, no. 2, pp. 135–148, doi: 10.1007/s13132-012-0084-9. (In Engl.)

5. Dvinsky M., Drobyshev I., Nepomnyaschaya N., Pavluchenko T. Smart City. «Smart» Infrastructure, Networks and Communications. In: *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 2017, no. 12, pp. 1869–1875, doi: 10.17516/1997-1370-0187. (In Engl.)

6. Mil'kov F. Cheloveki landshafty: ocherki antropogenogo landshaftovedeniya [Man and Landscapes: Essays on Anthropogenic Landscape Science]. Moscow, Mysl' Publ., 1973, 224 p. (In Russ.)

7. Curik T., Kovaleva T., Abadzhi O., De Chillis E. Kul'turnyi landshaft Kurskogo kraja: osobennosti i perspektivy razvitiya [Cultural Landscape of the Kursk Territory: Peculiarities and Development Prospects], T. Curik (resp.ed.). Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2015, 172 p. (In Russ.)

8. Smart Parks: A Toolkit. Luskin School of Public Affairs. URL: <https://innovation.luskin.ucla.edu/sites/default/files/ParksWeb020218.pdf>. (Accessed 07/26/2023) (In Engl.)

9. Gushchin A., Divakova M. Umnylandshaft dlya «umnogo goroda» [Smart Landscape for a Smart City]. In: *Urbanistika [Urbanistics]*, 2022, Iss. 1, pp. 38–53. (In Russ.)

10. Strijkers D. Watershed. In: *Doepel Strijkers architects*. URL: <https://doepelstrijkers.com/work/watershed> (Accessed 06/30/2023). (In Engl.)
11. Hari A., Kumar S. B. Piezoelectric Energy Generation in India: an Empirical Investigation. In: *Energy Harvesting and Systems*, 2019, Vol. 6, no. 3-4, pp. 69–76. URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/ehs-2020-0002/html> (Accessed 06/30/2023). (In Engl.)
12. Volichenko O., Curik T. Vizual'naya navigatsiya i peshekhodnye prostranstva [Visual Navigation and Pedestrian Spaces] In: *Proekt Bajkal [Baikal Project]*, 2023 no. 20 (76), pp. 66–72, <https://doi.org/10.51461/issn.2309-3072/76.2148> (In Russ., abstr. in Engl.)
13. Efimov A. V. Dizajn arhitekturnoj sredy – arhitekturnaya professiya [Architectural Environmental Design – Architectural Profession]. In: *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo [Academy. Architecture and Construction]*, 2019, no. 3, pp. 18–27, doi: 10.22337/2077-9038-2019-3-18-27. (In Russ., abstr. in Engl.)
14. Weiwei Zhou, Huining Zhao. Research on Urban Park Landscape Renewal Based on Smart Landscape Under Computer Digital Technology. In: *Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Computer Technology and Media Convergence Design (CTMCD 2022)*. Atlantis Press. 2022, pp. 498–509, doi: 10.2991/978-94-6463-046-6_59. URL: <https://www.atlantispress.com/proceedings/ctmcd-22/1259788292/125978829> (Accessed 06/30/2023).
15. Volichenko O., Curik T. Dvoistvennost' otnosheniya k istoricheskoi gorodskoi zastroyke [Ambivalence Towards Historical Urban Development]. In: *Proekt Bajkal [Baikal Project]*, 2023, no. 20 (75), pp. 68–73, doi: 10.51461/pb.75.16. (In Russ., abstr. in Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 127–137.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 127–137.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 624.075

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-127-137

Устойчивость железобетонных каркасов зданий в запредельных состояниях

Савин Сергей Юрьевич (Москва). Кандидат технических наук, доцент. Кафедра железобетонных и каменных конструкций Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: savinsyu@mgsu.ru

Фёдорова Наталия Витальевна (Москва). Советник РААСН, доктор технических наук, профессор. Филиал Национального исследовательского Московского государственного строительного университета в г. Мытищи Московской области (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: fedorovanv@mgsu.ru

Колчунов Виталий Иванович (Москва). Доктор технических наук, профессор, академик РААСН. Кафедра железобетонных и каменных конструкций Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: asiorel@mail.ru

Аннотация: Предложена методика расчёта устойчивости конструктивно и физически нелинейных систем железобетонных каркасов многоэтажных зданий в запредельных состояниях при структурных перестройках, вызванных особыми воздействиями. Определение напряжённо-деформированного состояния в рассматриваемой конструктивной системе выполнено по деформированной схеме с учётом влияния продольного изгиба, физической нелинейности и изменения напряжённо-деформированного состояния элементов вследствие структурной перестройки. При этом динамические догружения в элементах конструкций определены квазистатическим методом. Матрица жёсткости конструктивной системы с упругоподатливыми закреплениями узлов сопряжения стержневых железобетонных элементов получены с использованием метода начальных параметров. Двумерная задача расчёта напряженно-деформированного состояния элемента узла «ригель–колонна» железобетонной рамы решена методом сеток. В качестве критерия потери устойчивости внецентренно сжатых элементов железобетонного каркаса многоэтажного здания принят энергетический критерий, записанный через приращение потенциальной энергии деформации от внешнего воздействия.

Ключевые слова: железобетон, каркас здания, устойчивость, жесткость, методика расчета, численно аналитический метод, энергетический критерий

Для цитирования. Савин С.Ю., Фёдорова Н.В., Колчунов В.И. Устойчивость железобетонных каркасов зданий в запредельных состояниях // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 127–137. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-127-137.

Stability Analysis of Reinforced Concrete Building Frames under Ultimate States

Savin Sergei Y. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology, Docent, Associate Professor of the Department of Reinforced Concrete and Masonry Structures of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, Moscow, Yaroslavlshoshe, 26. NRU MGSU). E-mail: savinsyu@mgsu.ru

Fedorova Natalia V. (Moscow). Advisor of RAACS, Doctor of Sciences in Technology, Professor. The Branch of the National Research Moscow State University of Civil Engineering in Mytishchi Moscow Region. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, Moscow, Yaroslavlshoshe, 26. NRU MGSU). E-mail: fedorovanv@mgsu.ru

© Савин С.Ю., Фёдорова Н.В., Колчунов В.И., 2023.

Статья написана по материалам доклада на VIII Международном симпозиуме «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений». Россия, Тамбов, 17–21 мая 2023 года

Kolchunov Vitaly I. (Moscow). Full member of RAACS, Doctor of Sciences in Technology, Professor, Professor of the Department of Reinforced Concrete and Masonry Structures. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26. NRU MGSU). E-mail: asiorel@mail.ru

Abstract: The paper proposes the method for stability analysis of structurally and physically nonlinear systems of reinforced concrete multi-story building frames under ultimate states caused by accidental actions. The stress-strain state in the considered structural system is determined according to the deformed scheme considering the influence of buckling, physical nonlinearity and changes in the stress-strain state of elements due to structural changes. At the same time, the dynamic overloads of structural elements are determined by the quasi-static method. The stiffness matrix of the structural system with nonlinear elastically semi-rigid restraints of bar element interface nodes is obtained using the method of initial parameters. The finite difference method is applied to solve the two-dimensional problem of calculating the stress-strain state of the beam-column joint element of a reinforced concrete frame. The authors propose energy criterion written through the increment of potential strain energy from external influence as a criterion for stability failure of eccentrically compressed elements of reinforced concrete frame of a multi-story building.

Keywords: reinforced concrete, building frame, stability, stiffness, calculation method, semi-analytical method, energy criterion

For citation. Savin S.Y., Fedorova N.V., Kolchunov V.I. Stability Analysis of Reinforced Concrete Building Frames under Ultimate States. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 127–137, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-127-137.

Введение

Проблема живучести зданий и сооружений в условиях всё увеличивающихся воздействий природного, техногенного и террористического характера является одной из важнейших в обеспечении механической безопасности зданий и сооружений. Несмотря на достаточно интенсивное увеличение в России [1–11] и за рубежом [12–18] числа публикаций по научным задачам, связанным с решением этой проблемы, ряд направлений исследований в этой области остаются не рассмотренными. Одним из таких направлений является исследование живучести железобетонных конструктивных систем каркасов многоэтажных зданий вследствие потери устойчивости внецентренно сжатых элементов, вызванных структурной перестройкой конструктивной системы при особых воздействиях. В известных исследованиях по этому направлению [19–21] решены лишь отдельные теоретические задачи, часто только постановочного характера, без одновременного учёта проявления физической, конструктивной и геометрической нелинейности, детализации содержания расчётных моделей и тем более без реализации алгоритмов расчёта. Обзоры российских и зарубежных работ по рассматриваемой проблеме [22–26] показали, что подавляющее большинство исследований в этом направлении проведено с использованием численных методов и программных комплексов и, следовательно, полученным в них результатам присущи известные для этих методов недостатки, главные из которых – невозможность качественного анализа исследуемых параметров и отсутствие инженерной обзримости получаемых решений. При этом точность результатов часто зависит от квалификации исследователя.

Ещё хуже обстоит дело с экспериментальными исследованиями железобетонных конструктивных систем каркасов многоэтажных зданий, когда определяющим критерием жи-

вучести становится потеря устойчивости элементов каркаса. В настоящее время, судя по известным публикациям, можно отметить лишь отдельные работы в этой области, выполненные на моделях конструкций железобетонных рам [19; 25].

Целью настоящего исследования являлось построение расчётной модели и разработка методики расчёта устойчивости железобетонных каркасов зданий при внезапных структурных перестройках, вызванных начальными локальными разрушениями, с учётом упругой податливости закрепленных концевых сечений стержневых элементов от поворота и нарушения сплошности бетонной матрицы при трещинообразовании. Методика построена на основе энергетических критериев с использованием квазистатического метода учёта динамических эффектов в комбинации с численно-аналитическим решением. Главное отличие предлагаемой методики от разработанных ранее состоит в использовании дискретно-континуальной модели при оценке живучести физически и конструктивно нелинейной конструктивной системы при её структурной перестройке, вызванной начальным локальным разрушением, а также в учёте влияния продольного изгиба.

Модель железобетонного каркаса здания при структурной перестройке

В качестве объекта исследования рассмотрены плоские железобетонные рамы железобетонных каркасов зданий, подверженные структурной перестройке вследствие начального повреждения или разрушения одного из несущих элементов. Для них была составлена расчётная схема с уровневой дискретизацией, включающая континуальные стержневые элементы с нелинейно упругими податливыми закреплениями по концам. Такие связи вводятся по длине стержневого несущего элемента (колонны или ригеля) для

учёта образования дискретных трещин. Сопряжение ригелей и колонн моделируется плосконапряжёнными узловыми элементами, для анализа напряжённо-деформированного состояния которых используется метод конечных разностей, интегрированный в общую методику расчёта. При этом предполагается, что в процессе структурной перестройки конструктивной системы возникают силы инерции, приводящие к динамическому догружению сохранившихся элементов системы. Используются составленные на энергетической основе критериальные неравенства и условия наступления особого предельного состояния конструктивных элементов и несущей системы в целом – потери её живучести. Под живучестью здесь будем понимать способность конструктивной системы здания в целом сохранять ограниченную работоспособность при возникновении в ней локальных отказов несущих элементов вследствие воздействий неуставленной природы.

Оценка динамических эффектов в конструкции выполняется квазистатическим методом [27]. Для этого в узле сопряжения над конструктивным элементом, утратившим ресурс силового сопротивления, прикладывается сосредоточенная сила, обратная по знаку по отношению к усилиям в этом элементе на стадии нормальной эксплуатации.

Определение напряжённо-деформированного состояния в конструктивной системе выполняется по деформированной схеме с учётом влияния продольного изгиба, физической нелинейности и изменения напряжённо-деформированного состояния элементов вследствие структурной перестройки системы. Предполагается, что до образования трещин узлы сопряжения стержневых элементов ведут себя как абсолютно жёсткие. В первом приближении на основе результатов исследований [28] для практических целей можно принять конечное значение жёсткости равное $C_i = 100EJ/l$. После образования трещин учитывается изменение податливости (жёсткости) в узлах элементов расчётной модели за счёт дополнительного поворота сечений в растянутых зонах по границам берегов трещин, как показано на рисунке 1 а.

Жёсткость C_i узла сопряжения стержневых элементов после образования трещины и до достижения предельного изгибающего момента может быть определена по формуле (1):

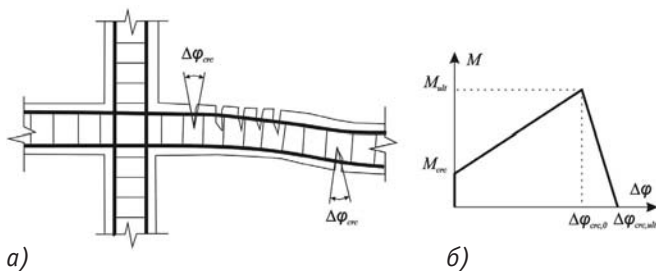


Рис. 1. Схема характерного фрагмента железобетонной рамы для построения расчетной модели (а) и диаграмма «Момент – дополнительный угол поворота» к определению жёсткости (податливости) узлового соединения (б)

$$C_i = 2 \frac{M_{ult} - M_{cr}}{\Delta\varphi_{cr,0}} \tag{1}$$

Здесь M_{ult} – предельный изгибающий момент, воспринимаемый сечением изгибаемого или внецентренно сжатого элемента, определяемый по формуле (2):

$$M_{ult} = (N \cdot e_0 \cdot \eta)_{ult} = R_{bn} \cdot \left[b \cdot x_{calc} \cdot \left(h_0 - \frac{x_{calc}}{2} \right) + \left(R_{scn} \cdot A'_s - \frac{N}{2} \right) \cdot (h_0 - a') \right] \tag{2}$$

где N – продольная сила, действующая во внецентренно сжатом стержневом элементе; e_0 – эксцентриситет продольной силы; $\eta = (1 - N/N_{cr})$ – коэффициент, учитывающий влияние продольного изгиба на несущую способность внецентренно сжатого элемента при условной критической силе N_{cr} , определяемой по СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»; R_{bn} – нормативная сопротивленность бетона осевому сжатию; R_{scn} – нормативное сопротивление стальной арматуры сжатию; b – ширина поперечного сечения; x_{calc} – высота сжатой зоны в предположении прямоугольной эпюры нормальных напряжений в предельном состоянии; h_0 – рабочая высота сечения; A'_s – площадь арматуры у наиболее сжатой грани сечения.

Момент трещинообразования в железобетонном элементе M_{cr} определяется по формуле (3):

$$M_{cr} = R_{bin} \cdot \gamma \cdot W_{red} \pm N \cdot e_x, \tag{3}$$

где R_{bin} – нормативная прочность бетона при осевом растяжении; γ – коэффициент, учитывающий пластические деформации, который для прямоугольного сечения принимается $\gamma = 1,3$; W_{red} – приведённый момент сопротивления сечения; $e_x = W_{red}/A_{red}$ – расстояние от точки приложения продольной силы до ядровой точки, наиболее удалённой от грани элемента, проверяемой на трещинообразование.

Приращение угла раскрытия трещины $\Delta\varphi_{cr,0}$ определяется по формуле (4):

$$\Delta\varphi_{cr,0} = \frac{a_{cr,0}}{h_{cr}} \tag{4}$$

где ширина раскрытия трещины $a_{cr,0}$ и высота трещины h_{cr} при предельном значении изгибающего момента $M = M_{ult}$ определяются из выражений (5):

$$a_{cr,0} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s \cdot \frac{R_{sn}}{E_s} \cdot l_s; \tag{5}$$

$$h_{cr} = h_0 - \frac{x_{calc}}{\alpha} \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{bt,ult}}{\varepsilon_{b,ult}} \right).$$

Здесь $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – коэффициенты, учитывающие продолжительность действия нагрузки, профиль продольной арматуры и вид напряжённо-деформированного состояния элемента (внецентренное сжатие и изгиб или растяжение) соответственно; ψ_s – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения деформаций арматуры в растянутом бетоне

на участке между трещинами; R_{sn} – нормативное сопротивление арматуры растяжению, E_s – модуль упругости стальной арматуры; l_s – базовое расстояние между трещинами; $\varepsilon_{bt,ult}$, $\varepsilon_{b,ult}$ – предельные значения относительных деформаций бетона при одноосном растяжении и сжатии соответственно; α – коэффициент перехода от расчётной высоты сжатой зоны x_{calc} к фактической x_{fact} , определяемый по формуле (6):

$$\alpha = \frac{x_{calc}}{x_{fact}} \quad (6)$$

На основании анализа напряжённо-деформированного состояния, схем приложения нагрузок нелинейно упруго-податливые закрепления от поворота могут быть заданы предварительно в промежуточных сечениях конструктивных элементов: ригелей и колонн. Шаг разбиения может быть предварительно принят равным четверти базового расстояния между трещинами, определяемого с учетом СП 63.13330.2018 по формуле (7):

$$10 \cdot d_s \leq l_s \leq 0,5 \cdot \frac{A_{bt}}{A_s} \cdot d_s \leq 40 \cdot d_s, \quad (7)$$

где A_{bt} , A_s – площади растянутой зоны бетона и растянутой продольной арматуры; d_s – диаметр арматурных стержней.

Схема диаграммы «момент – дополнительный угол поворота» для определения жёсткости концевое закрепления стержневых элементов приведена на рисунке 1 б.

В узлах сопряжения стержневых элементов с плоским элементом жёсткость определяется по формуле (8):

$$C_i = \frac{M_{ult} - M_{erc}}{\Delta\varphi_{erc,0}} \quad (8)$$

При смене знака момента в процессе структурной перестройки конструктивной системы возможно закрытие (зажатие) некоторых трещин. При этом разгрузка происходит по секущей к диаграмме деформирования, приведённой на рисунке 1 б.

Анализ деформированного состояния конструктивной системы неординарным смешанным методом

Решение рассматриваемой задачи живучести железобетонной рамы при потере устойчивости её сжато-изогнутых элементов строится в форме неординарного смешанного метода [29] с учётом нелинейно упругоподатливых закреплений на концах стержневых элементов. Основная система метода перемещений представлена на рисунке 2 а. Задача решается итерационным способом. На первой итерации расчёта продольный изгиб не учитывается, выполняется определение усилий в недеформированной системе. Затем путём итерационного расчёта определяется деформированное состояние. В основной системе выделены характерные фрагменты: (1) – узел сопряжения ригелей с колоннами (рис. 2 б), в котором ригели и колонны моделируются стержневыми элементами, а узел сопряжения ригелей и колонн (2) – плоскостным

элементом; (3) – узел сопряжения стержневых элементов, принадлежащих одному конструктивному элементу, например, ригелю (рис. 2 в).

Основные разрешающие уравнения неординарного смешанного метода в матричной форме имеют вид:

$$\begin{aligned} A \cdot \vec{M} + B \cdot \vec{Z} + \vec{\Delta}_p &= 0; \\ C \cdot \vec{M} + R_p \cdot \vec{Z} + \vec{r}_p \cdot \lambda &= 0, \end{aligned} \quad (9)$$

где A, B, C – матрицы единичных перемещений и реакций смешанного метода; $\vec{\Delta}_p, \vec{R}_p$ – матрицы перемещений и реакций основной системы смешанного метода от действия постоянной и длительной нагрузки; \vec{M}, \vec{Z} – векторы неизвестных усилий (изгибающих моментов) и линейных перемещений; λ – параметрическая нагрузка, моделирующая динамическое догружение несущей системы при внезапном отказе одного из несущих элементов и принимаемая при расчете по первичной расчетной схеме $\lambda = 0$; \vec{r}_p – матрица реакций в наложенных связях от параметрической нагрузки. Ниже приведены выражения для матриц коэффициентов и неизвестных системы уравнений (9).

$$\begin{aligned} A &= \begin{bmatrix} \delta_{11} & \dots & \delta_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta_{k1} & \dots & \delta_{kk} \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} \delta'_{1,k+1} & \dots & \delta'_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta'_{k,k+1} & \dots & \delta'_{kn} \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} r'_{k+1,1} & \dots & r'_{k+1,k} \\ \dots & \dots & \dots \\ r'_{n1} & \dots & r'_{nk} \end{bmatrix}; \\ \vec{M} &= \begin{bmatrix} M_1 \\ \dots \\ M_k \end{bmatrix}; \quad \vec{Z} = \begin{bmatrix} Z_{k+1} \\ \dots \\ Z_n \end{bmatrix}; \quad \vec{\Delta}_p = \begin{bmatrix} \Delta_{1p} \\ \dots \\ \Delta_{kp} \end{bmatrix}; \quad \vec{R}_p = \begin{bmatrix} R_{k+1,p} \\ \dots \\ R_{np} \end{bmatrix}; \quad \vec{r}_p = \begin{bmatrix} r_{k+1,p} \\ \dots \\ r_{np} \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Причем для матриц B и C выполняется условие $C = -B^T$. С учётом этого получим разрешающее уравнение:

$$\begin{bmatrix} A & B \\ -B^T & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \vec{M} \\ \vec{Z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \vec{\Delta}_p \\ \vec{R}_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \vec{r}_p \end{bmatrix} \cdot \lambda = 0, \quad (10)$$

из решения которого определяем деформированное состояние системы в характерных узлах и действующие усилия:

$$\begin{bmatrix} \vec{M} \\ \vec{Z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -A & -B \\ B^T & 0 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \left\{ \begin{bmatrix} \vec{\Delta}_p \\ \vec{R}_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \vec{r}_p \end{bmatrix} \cdot \lambda \right\}.$$

Определение компонент матрицы жёсткости стержневой системы с упругоподатливыми закреплениями концевых сечений от поворота рассматриваемого узла расчётной модели производится следующим способом. В общем случае усилия в элементах стержневой системы будут являться функциями от деформированного состояния её элементов. В связи с этим были получены выражения для определения компонент матриц $A, B, \vec{\Delta}_p, \vec{R}_p, \vec{r}_p$ стержневой системы с нелинейными упругоподатливыми закреплениями узлов сопряжения стержневых элементов между собой и с плоскостными элементами конструктивных узлов «ригель–колонна».

Деформированное состояние стержневого элемента при продольно-поперечном изгибе (рис. 3 а) принято в виде

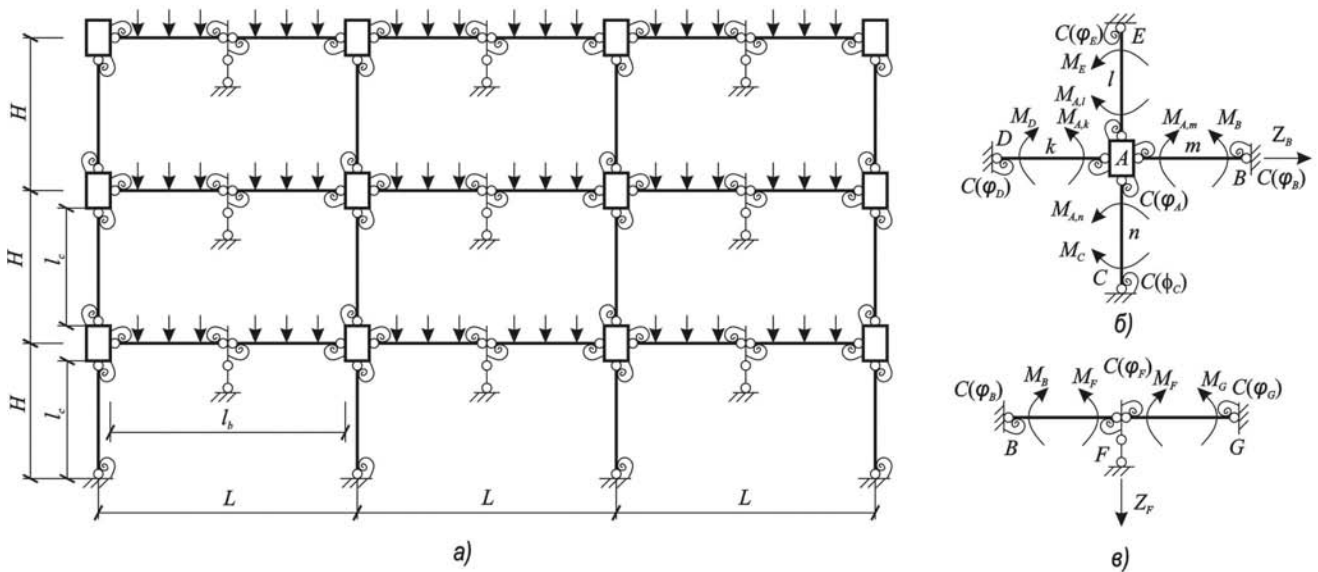


Рис. 2. Расчётная схема неординарного смешанного метода для расчёта устойчивости железобетонных каркасов зданий при структурных перестройках, вызванных особым воздействием: а) общий вид схемы; б) схема узла сопряжения колонн и ригелей; в) схема для произвольного нормального сечения по длине ригеля

комбинации деформированных состояний от продольного и поперечного изгиба с учётом взаимного влияния. При продольном изгибе [30] деформированное состояние стержня в общем случае описывается дифференциальным уравнением (11):

$$E \frac{d^2}{dx^2} \left(J(x) \frac{d^2 y}{dx^2} \right) + P \frac{d^2 y}{dx^2} = 0, \quad (11)$$

где y – прогиб стержневого элемента; E – модуль деформации бетона; $J(x)$ – момент инерции поперечного сечения с координатой x в локальной системе координат стержневого элемента; P – продольная сила, приложенная к концевому сечению стержневого элемента и отнесённая к его недеформированной оси.

Решение уравнения (11) по методу начальных параметров может быть представлено в форме (12):

$$\begin{cases} y = y_0 + \varphi_0 \cdot \frac{\sin kx}{k} - M_0 \cdot \frac{1 - \cos kx}{P} - \bar{Q}_0 \cdot \frac{k \cdot x - \sin kx}{k \cdot P}; \\ \varphi = \varphi_0 \cdot \cos kx - M_0 \cdot k \cdot \frac{\sin kx}{P} - \bar{Q}_0 \cdot \frac{1 - \cos kx}{P}; \\ M = \varphi_0 \cdot k \cdot E \cdot J \cdot \sin kx - M_0 \cdot \cos kx + \bar{Q}_0 \cdot \frac{\sin kx}{k}. \end{cases} \quad (12)$$

Здесь $y_0, \varphi_0, M_0, \bar{Q}_0$ – прогиб, угол поворота, изгибающий момент и поперечная сила, отнесённая к недеформированной оси стержневого элемента, в концевом сечении с координатой $x = 0$. Поскольку концы стержня имеют нелинейное упругоподатливое закрепление, то для моментов в опорных сечениях с координатами $x = 0$ и $x = l$ справедливо:

$$M_0 = -C_{j0} \cdot \varphi_0; \quad M_l = -C_{jl} \cdot \varphi_l. \quad (13)$$

Усилия в стержневом элементе от поворота опорного сечения $\varphi_0 = 1$ (рис. 3 б) с учётом (12) и (13) найдём из системы уравнений:

$$\begin{cases} \sin \lambda - M_0 \cdot (1 - \cos kx) - \bar{Q}_0 \cdot \frac{\lambda - \sin \lambda}{k} = 0; \\ \cos \lambda + M_0 \cdot k \cdot \frac{\sin \lambda}{P} - \bar{Q}_0 \cdot \frac{1 - \cos \lambda}{P} = \varphi_l; \\ k \cdot E \cdot J \cdot \sin \lambda - M_0 \cdot \cos \lambda + \bar{Q}_0 \cdot \frac{\sin \lambda}{k} = -C_{jl} \cdot \varphi_l. \end{cases} \quad (14)$$

Откуда получим:

$$\begin{aligned} M_0 &= \frac{E^2 \cdot J^2}{C_{jl}} \cdot \left[(1 - k) \cdot \sin^2 \lambda + \left(\frac{C_{jl}}{E \cdot J} + \lambda \cdot k \right) \cdot \sin \lambda - \frac{C_{jl}}{E \cdot J} \cdot \cos \lambda \right] \cdot A_j; \\ \varphi_l &= -\frac{E \cdot J}{C_{jl}} \cdot \left[(1 - k) \cdot (\sin^3 \lambda + \cos^2 \lambda \cdot \sin \lambda - \sin 2\lambda) - k \cdot \sin \lambda + \right. \\ &\quad \left. + \lambda \cdot (\cos^2 \lambda + k \cdot \sin^2 \lambda) \right] \cdot A_j; \\ \bar{Q}_0 &= \bar{Q}_l = \frac{E^2 \cdot J^2}{C_{jl}} \cdot \left[k^2 \cdot \sin \lambda - \frac{(k^2 - k)}{2} \cdot \sin 2\lambda - \frac{C_{jl} \cdot k}{E \cdot J} (\cos \lambda - 1) \right] \cdot A_j; \\ A_j &= \left[2 - \left(2 + \frac{E \cdot J}{C_{jl}} \cdot \lambda \right) \cdot \cos \lambda + \left(\frac{E \cdot J}{C_{jl}} - \lambda \right) \cdot \sin \lambda \right]^{-1}. \end{aligned} \quad (15)$$

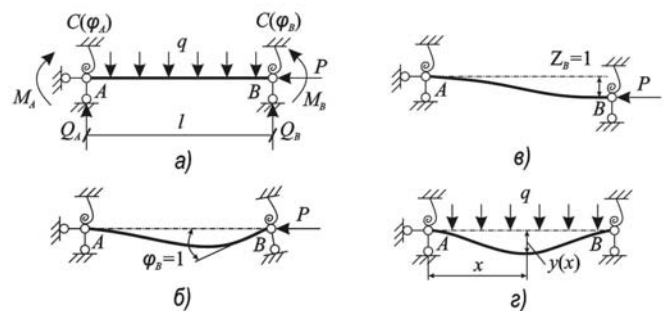


Рис. 3. Схемы для определения концевых усилий в стержневом элементе при продольно-поперечном изгибе: а) общая; б) при повороте податливой заделки; в) при смещении податливой заделки; г) при действии внешней нагрузки

С учётом (12) и упругоподатливого закрепления концевых сечений от поворота усилия в стержневом элементе от смещения опорного сечения $Z_0 = 1$ (рис. 3 в) найдём из системы уравнений:

$$\begin{cases} 1 + \varphi_0 \cdot \frac{\sin \lambda}{k} + C_{j0} \cdot \varphi_0 \cdot \frac{1 - \cos \lambda}{P} - \bar{Q}_0 \cdot \frac{\lambda - \sin \lambda}{k \cdot P} = 0; \\ \varphi_0 \cdot \cos \lambda + C_{j0} \cdot \varphi_0 \cdot k \cdot \frac{\sin \lambda}{P} - \bar{Q}_0 \cdot \frac{1 - \cos \lambda}{P} = \varphi_l; \\ \varphi_0 \cdot k \cdot E \cdot J \cdot \sin \lambda - C_{j0} \cdot \varphi_0 \cdot \cos \lambda + \bar{Q}_0 \cdot \frac{\sin \lambda}{k} = -C_{jl} \cdot \varphi_l. \end{cases} \quad (16)$$

Откуда получим:

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= \frac{E^2 \cdot J^2}{C_{jl}} \cdot k \cdot \left(\sin \lambda - \frac{C_{jl}}{E \cdot J} \cdot (1 - \cos \lambda) \right) \cdot B_j; \\ \varphi_l &= -\frac{E \cdot J}{C_{jl}} \cdot k \cdot \left(k \cdot \sin \lambda + (1 - k) \cdot \frac{\sin 2\lambda}{2} + \frac{C_{j0}}{E \cdot J} \cdot (1 - \cos \lambda) \right) \cdot B_j; \\ \bar{Q}_0 = \bar{Q}_l &= \frac{E^2 \cdot J^2}{C_{jl}} \cdot k^2 \cdot \left[\left(E \cdot J \cdot k + \frac{C_{jl} \cdot C_{j0}}{E \cdot J} \right) \cdot \sin \lambda - (C_{j0} - C_{jl}) \cdot \cos \lambda \right] \cdot B_j; \\ B_j &= \left[2 \cdot (1 - \cos \lambda) - \left(\lambda + \frac{E \cdot J}{C_{jl}} - \frac{E \cdot J}{C_{j0}} \cdot k + \frac{E^2 \cdot J^2}{C_{jl} \cdot C_{j0}} \cdot k \cdot \lambda \right) \cdot \sin \lambda + \right. \\ &\left. + \left(\frac{1}{C_{jl}} - \frac{1}{C_{j0}} \right) \cdot E \cdot J \cdot \lambda \cdot \cos \lambda + \frac{(1 - k)}{2} \cdot \frac{E \cdot J}{C_{j0}} \cdot \sin 2\lambda \right]^{-1}. \end{aligned} \quad (17)$$

Усилия от поперечного изгиба стержня равномерно распределенной нагрузкой (рис. 3, г) может быть определено методом сил:

$$\begin{cases} (\delta_{AA} \cdot C_A(\varphi_A) + 1) \cdot \varphi_A + \delta_{AB} \cdot C_B(\varphi_B) \cdot \varphi_B - \Delta_{Aq} = 0; \\ \delta_{BA} \cdot C_A(\varphi_A) \cdot \varphi_A + (\delta_{BB} \cdot C_B(\varphi_B) + 1) \cdot \varphi_B - \Delta_{Bq} = 0, \end{cases} \quad (18)$$

где

$$\begin{aligned} \delta_{AA} &= \int_0^l \frac{\left(1 - \frac{x}{l}\right)^2}{E \cdot J} dx; \quad \delta_{AB} = \delta_{BA} = \int_0^l \frac{\left(1 - \frac{x}{l}\right) \frac{x}{l}}{E \cdot J} dx; \\ \delta_{BB} &= \int_0^l \frac{\left(\frac{x}{l}\right)^2}{E \cdot J} dx; \quad \Delta_{Aq} = \frac{q}{2} \int_0^l \frac{\left(1 - \frac{x}{l}\right) \cdot (l \cdot x - x^2)}{E \cdot J} dx; \quad \Delta_{Bq} = \frac{q}{2} \int_0^l \frac{\left(\frac{x}{l}\right) \cdot (l \cdot x - x^2)}{E \cdot J} dx. \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} \varphi_A &= -\frac{q \cdot l^2}{12} \cdot \frac{C_B - 6 \cdot i}{12 \cdot i^2 + C_A \cdot C_B - 4 \cdot C_A \cdot i - 4 \cdot C_B \cdot i}; \\ \varphi_B &= -\frac{q \cdot l^2}{12} \cdot \frac{C_A - 6 \cdot i}{12 \cdot i^2 + C_A \cdot C_B - 4 \cdot C_A \cdot i - 4 \cdot C_B \cdot i}, \end{aligned}$$

где

$$i = \frac{E \cdot J}{l}.$$

Прогиб стержня для произвольного сечения в пролёте

$$\begin{aligned} y &= v \int_0^x \frac{x \cdot \left[M_A \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right) + M_B \cdot \frac{x}{l} + \bar{Q}_A \cdot x - \frac{q \cdot x^2}{2} \right]}{E \cdot J} dx + \\ &+ u \int_{u-l}^l \frac{(l-x) \cdot \left[M_A \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right) + M_B \cdot \frac{x}{l} + \bar{Q}_A \cdot x - \frac{q \cdot x^2}{2} \right]}{E \cdot J} dx. \end{aligned}$$

Анализ напряженно-деформированного состояния конструктивного узла «ригель–колонна»

В соответствии с принятой двумерной постановке задачи о расчёте напряженно-деформированного состояния элемента стыка ригеля и колонны железобетонной рамы, определяющие уравнения равновесия деформированного состояния такого конструктивного узла для бесконечно малого объёма ортотропного тела могут быть записаны в перемещениях в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{E_x}{1 - \nu^2} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{E_y \cdot \nu_x}{1 - \nu^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + G_{xy} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) &= 0; \\ \frac{E_y}{1 - \nu^2} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{E_x \cdot \nu_y}{1 - \nu^2} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + G_{xy} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \right) &= 0, \end{aligned} \quad (19)$$

где u, v – перемещения узлов сетки вдоль ортогональных координатных осей OX и OY соответственно; E_x, E_y – приведённые модули деформаций материала вдоль ортогональных координатных осей OX и OY соответственно; $G_{xy} = 0,5 \sqrt{E_x \cdot E_y} \cdot (1 + \nu)^{-1}$ – приведённый модуль сдвига; $\nu_x = \nu \sqrt{E_x / E_y}$; $\nu_y = \nu \sqrt{E_y / E_x}$, ν – коэффициент Пуассона, принятый в первом приближении [31], как для бетона $\nu = 0,2$.

В уравнениях (20) мы пренебрегли компонентами объёмных сил от собственного веса материала, поскольку они не вносят существенного вклада в общее напряжённое состояние элемента на рассматриваемых в исследовании стадиях нагружения.

Для решения системы уравнений (20) разобьём область, ограничивающую рассматриваемый элемент стыка, сеткой с одинаковым шагом по горизонтали и по вертикали таким образом, чтобы центры тяжести арматурных стержней совпадали с линиями сетки (рис. 4, а).

Запишем входящие в уравнения (19) производные в конечных разностях:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} &= \frac{u_{i-1} - 2 \cdot u_i + u_{i+1}}{\Delta^2}; \\ \frac{\partial^2 v_i}{\partial y^2} &= \frac{v_{i-n-1} - 2 \cdot v_i + v_{i+n+1}}{\Delta^2}; \\ \frac{\partial^2 u_i}{\partial y^2} &= \frac{u_{i-n-1} - 2 \cdot u_i + u_{i+n+1}}{\Delta^2}; \\ \frac{\partial^2 v_i}{\partial x^2} &= \frac{v_{i-1} - 2 \cdot v_i + v_{i+1}}{\Delta^2}; \\ \frac{\partial^2 u_i}{\partial x \partial y} &= \frac{u_{i-n} - u_{i-n-2} + u_{i+n+2} - u_{i+n}}{4 \cdot \Delta^2}; \\ \frac{\partial^2 v_i}{\partial x \partial y} &= \frac{v_{i-n-2} - v_{i+n} + v_{i-n} - v_{i+n+2}}{4 \cdot \Delta^2}. \end{aligned} \quad (20)$$

где Δ – шаг линий сетки (рис. 4 б).

Для смешанной производной дополнительно запишем выражение в односторонних разностях, которое позволит нам связать с граничными условиями уравнения равновесия (19) для угловых точек контура рассматриваемого элемента:

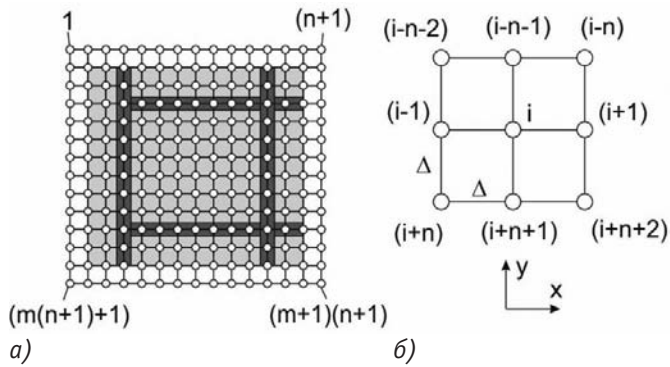


Рис. 4. Схема к расчёту элемента стыка по методу сеток: а) общий вид; б) принятое правило нумерации узлов сетки

$$\frac{\partial^2 u_i}{\partial x \partial y} = \frac{u_{i-n} - u_{i-n-1} + u_{i+n+2} - u_{i+n+1}}{\Delta^2} = \frac{u_{i-n-1} - u_{i-n-2} + u_{i+n+1} - u_{i+n}}{\Delta^2};$$

$$\frac{\partial^2 v_i}{\partial x \partial y} = \frac{v_{i-n-2} - v_{i-n-1} + v_{i-n} - v_{i+1}}{\Delta^2} = \frac{v_{i-1} - v_{i+n} + v_{i+1} - v_{i+n+2}}{\Delta^2}.$$

(21)

Тогда систему уравнений (19) с учётом (20) для i -ой точки рассматриваемого плосконапряжённого элемента (за исключением угловых точек) перепишем в виде:

$$4 \cdot (a_{i-1} \cdot u_{i-1} - 2 \cdot a_i \cdot u_i + a_{i+1} \cdot u_{i+1}) +$$

$$+ (b_{i-n-2} \cdot v_{i-n-2} - b_{i+n} \cdot v_{i+n} + b_{i-n} \cdot v_{i-n} - b_{i+n+2} \cdot v_{i+n+2}) +$$

$$+ (4 \cdot d_{i-n-1} \cdot u_{i-n-1} - 8 \cdot d_i \cdot u_i + 4 \cdot d_{i+n+1} \cdot u_{i+n+1} +$$

$$+ d_{i-n-2} \cdot v_{i-n-2} - d_{i+n} \cdot v_{i+n} + d_{i-n} \cdot v_{i-n} - d_{i+n+2} \cdot v_{i+n+2}) = 0;$$

$$4 \cdot (c_{i-n-1} \cdot v_{i-n-1} - 2 \cdot c_i \cdot v_i + c_{i+n+1} \cdot v_{i+n+1}) +$$

$$+ (b_{i-n} \cdot u_{i-n} - b_{i-n-2} \cdot u_{i-n-2} + b_{i+n+2} \cdot u_{i+n+2} - b_{i+n} \cdot u_{i+n}) +$$

$$+ (4 \cdot d_{i-1} \cdot v_{i-1} - 8 \cdot d_i \cdot v_i + 4 \cdot d_{i+1} \cdot v_{i+1} +$$

$$+ d_{i-n} \cdot u_{i-n} - d_{i-n-2} \cdot u_{i-n-2} + d_{i+n+2} \cdot u_{i+n+2} - d_{i+n} \cdot u_{i+n}) = 0,$$

(22)

Для угловых точек контура вместо (20) в уравнения (19) следует подставить выражения (21). При выводе уравнений (22) были приняты следующие обозначения: a_i, b_i, c_i, d_i – коэффициенты приведения параметров деформативности материалов в узлах, пересекаемых арматурными стержнями, а также в произвольных узлах рассматриваемого элемента в деформированном состоянии, определяемые из соотношений:

$$a_i = \frac{E_{x,i}}{1-\nu^2} = \frac{E_b + k \cdot E_s}{1-\nu^2} \frac{A_{sx}}{b_{col} \cdot \Delta};$$

$$b_i = \frac{E_{y,i} \cdot \nu_{x,i}}{1-\nu^2} = \frac{E_{x,i} \cdot \nu_{y,i}}{1-\nu^2} = \left(E_b + k \cdot E_s \frac{A_{sy}}{b_{col} \cdot \Delta} \right) \frac{\nu_{x,i}}{1-\nu^2} = \left(E_b + k \cdot E_s \frac{A_{sx}}{b_{col} \cdot \Delta} \right) \frac{\nu_{y,i}}{1-\nu^2};$$

$$c_i = \frac{E_{y,i}}{1-\nu^2} = \frac{E_b + k \cdot E_s}{1-\nu^2} \frac{A_{sy}}{b_{col} \cdot \Delta};$$

$$d_i = G_{y,i} = \frac{E_b}{2 \cdot (1+\nu)} \left[\left(1 + k \cdot \frac{E_s}{E_b} \frac{A_{sy}}{b_{col} \cdot \Delta} \right) \cdot \left(1 + k \cdot \frac{E_s}{E_b} \frac{A_{sx}}{b_{col} \cdot \Delta} \right) \right]^{\frac{1}{2}},$$

(23)

где E_b, E_s – модули деформаций бетона и арматуры соответственно; A_{sx}, A_{sy} – площадь поперечного сечения арматурных стержней вдоль осей OX и OY соответственно, оси которых проходят через i -ый узел сетки; b_{col} – ширина поперечного сечения колонны; Δ – шаг, с которым линии сетки разбивают область рассматриваемого узла сопряжения; k – коэффициент, учитывающий передачу сдвигающих усилий с бетона на поверхность арматурных стержней и принимаемый в интервале от 0 до 1, где 1 – соответствует полной передаче усилий, а 0 – полному отсутствию сцепления между арматурой и бетоном.

Критерий устойчивости конструктивной системы при структурной перестройке

В качестве критерия потери устойчивости или, в более широком смысле, перехода к неустойчивому деформированию принят энергетический критерий. Рассматривается приращение потенциальной энергии деформации от внешнего воздействия. Моменту потери устойчивости соответствует смена знака приращения энергии деформации:

$$\left| 1 - \frac{U_{i+1}}{U_i} \right| \leq a, \tag{24}$$

где U_{i+1}, U_i – энергия деформации для $i+1, i$ этапов нагружения, a – заданное малое число.

Выражение (23) может быть представлено и в ином виде:

$$\left| \frac{dP}{df} \right| \leq a, \tag{25}$$

где dP – приращение продольной силы, df – приращение прогиба.

Данный критерий применим как при центральном сжатии, так и при внецентренном. Также он позволяет оценивать живучесть несущей системы в целом.

Заключение

1. Построена расчётная модель и разработана методика расчёта устойчивости конструктивно и физически нелинейных систем железобетонных каркасов многоэтажных зданий в запредельных состояниях при внезапных структурных перестройках, вызванных особыми воздействиями. Учёт динамических эффектов выполнен квазистатическим методом в численно-аналитической постановке.

2. Параметры матрицы жёсткости железобетонной стержневой системы с нелинейно упругоподатливыми закреплениями узлов сопряжения элементов между собой и с плоскостными элементами конструктивных узлов «ригель–колонна» определены с использованием метода начальных параметров. При этом двумерная задача расчёта напряжённо-деформированного состояния характерного элемента узла «ригель–колонна» железобетонной рамы решена методом конечных разностей.

3. В качестве критерия потери устойчивости внецентренно сжатых элементов железобетонной рамно-стержневой системы каркаса многоэтажного здания в запредельном

состоянии принят энергетический критерий, записанный через приращение потенциальной энергии деформации от внешнего воздействия.

Список источников

1. *Travush, V.I.* Survivability Parameter Calculation for Framed Structural Systems / V.I. Travush, N.V. Fedorova. – Текст : непосредственный // Russian Journal of Building Construction and Architecture. – 2017. – Vol. 33, № 1. – P. 6–14.
2. *Kabantsev, O.V.* Deformation and Power Characteristics Monolithic Reinforced Concrete Bearing Systems in the Mode of Progressive Collapse / O.V. Kabantsev, B. Mitrovic. – Текст : электронный // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 251. – P. 02047. – URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/110/mateconf_ipicse2018_02047/mateconf_ipicse2018_02047.html (дата обращения 06.09.2023).
3. *Колчунов, В.И.* Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях / В.И. Колчунов, Н.В. Ключева, Н.Б. Андросова, А.С. Бухтиярова. – Москва : АСВ, 2014. – 208 с. – Текст : непосредственный.
4. *Kolchunov, V.I.* Cross Section Structure Influence to Deformation of Construction at Accidental Impacts / N.B. Androsova, S.Y. Savin. – Текст : электронный // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 251. – P. 02029. – URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/110/mateconf_ipicse2018_02029/mateconf_ipicse2018_02029.html (дата обращения 06.09.2023).
5. *Fedorova, N.V.* Deformation Criteria for Reinforced Concrete Frames under Accidental Actions / N.V. Fedorova, N.T. Vu. – Текст : электронный // Magazine of Civil Engineering. – 2022. – Вып. 1 (109). – № 10902. – URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2022.109.2/> (дата обращения 06.09.2023).
6. *Fialko, S.Y.* Elasto-Plastic Progressive Collapse Analysis Based on the Integration of the Equations of Motion / S.Y. Fialko, O.V. Kabantsev, A.V. Perelmuter. – Текст : электронный // Magazine of Civil Engineering. – 2021. – Вып. 2 (102). – № 10214. – URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2021.102.14/> (дата обращения 06.09.2023).
7. *Алмазов, В.О.* Проблемы сопротивления зданий прогрессирующему разрушению / В.О. Алмазов, А.И. Плотников, Б.С. Расторгуев. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2011. – № 2-1. – P. 16–20.
8. *Kabantsev, O.V.* Failure Mechanisms and Parameters of Elastoplastic Deformations of Anchorage in a Damaged Concrete Base under Seismic Loading / O.V. Kabantsev, M.G. Kovalev. – Текст : электронный // Buildings. – 2022. – Vol. 12, № 1. – URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/1/78> (дата обращения 06.09.2023).
9. *Фёдорова, Н.В.* Экспериментальное определение параметров статико-динамического деформирования бетона при режимном нагружении / Н.В. Фёдорова, М.Д. Медянкин, О.Б. Бушова. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2020. – №3. – С. 72–81.
10. *Fedorova, N.V.* The Effect of Energy Dissipation on the Dynamic Response of Reinforced Concrete Structure / N.V. Fedorova, N.T. Vu, T.A. Iliushchenko. – Текст : электронный // IOP Conf Ser Mater Sci Eng. – 2020. – Vol. 962. – P. 022063. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/962/2/022063> (дата обращения 06.09.2023).
11. *Alekseytsev, A.V.* Mechanical Safety of Reinforced Concrete Frames under Complex Emergency Actions / A.V. Alekseytsev. – Текст : электронный // Magazine of Civil Engineering. – 2021. – Vol. 103. – № 10306. – URL: <https://engstroy.spbstu.ru/en/article/2021.103.6/> (дата обращения 06.09.2023).
12. *Kiakojouri, F.* Progressive Collapse of Framed Building Structures: Current Knowledge and Future Prospects / F. Kiakojouri, V. De Biagi, B. Chiaia, M. Sheidaii. – Текст : электронный // Eng Struct. – 2020. – Vol. 206. – P. 110061. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029619322576> (дата обращения 06.09.2023).
13. *Mohamed, O.A.* Modeling for Progressive Collapse Mitigation Using Nonlinear Static Analysis Procedures / O.A. Mohamed, M.S. Keshawarz. – Текст : электронный // Proceedings of the Ninth International Conference on Computational Structures Technology. 2009. – URL: <https://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=4954> (дата обращения 06.09.2023).
14. *Alanani, M.* Progressive Collapse Assessment of precast Prestressed Reinforced Concrete Beams Using Applied Element Method / M. Alanani, M. Ehab, H. Salem. – Текст : электронный // Case Studies in Construction Materials. Elsevier Ltd., 2020. – Vol. 13. – P. 00457. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301297> (дата обращения 06.09.2023).
15. *Almusallam, T.* Development Limitations of Compressive Arch and Catenary Actions in Reinforced Concrete Special Moment Resisting Frames under Column-Loss Scenarios / T. Almusallam, Y. Al-Salloum, H. Elsanadedy, N. Tuan, P. Mendis, H. Abbas. – Текст : электронный // Structure and Infrastructure Engineering. – 2020. – Vol. 16, № 12. – P. 1616–1634. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15732479.2020.1719166?journalCode=nsie20> (дата обращения 06.09.2023).
16. *Bažant, Z.P.* Mechanics of Progressive Collapse: Learning from World Trade Center and Building Demolitions / Z.P. Bažant, M. Verdure. – Текст : электронный // J Eng Mech. – 2007. – Vol. 133, № 3. – P. 308–319. – URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9399%282007%29133%3A3%28308%29> (дата обращения 06.09.2023).
17. *Anil, Ö.* An Experimental Study on Reinforced Concrete Partially Infilled Frames / Ö. Anil, S. Altin. – Текст : электронный // Eng Struct. – 2007. – Vol. 29. – № 3. – P. 449–460. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029606002148?via%3Dihub> (дата обращения 06.09.2023).

18. Adam, J.M. Dynamic Performance of a Real-Scale Reinforced Concrete Building Test under a Corner-Column Failure Scenario / J.M. Adam, M. Buitrago, E. Bertolesi, J. Sagaseta, J.J. Moragues – Текст : электронный // Eng Struct. – 2020. – Vol. 210. – P. 110414. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014102961933891X?via%3Dihub> (дата обращения 06.09.2023).
19. Savin, S.Y. Experimental and Numerical Investigations of RC Frame Stability Failure under a Corner Column Removal Scenario / S.Y. Savin, V.I. Kolchunov, N.V. Fedorova, N.T. Vu. – Текст : электронный // Buildings. – 2023. – Vol. 13, № 4. – P. 0908. – URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/4/908> (дата обращения 06.09.2023).
20. Колчунов, В.И. К оценке живучести железобетонных рам при потере устойчивости отдельных элементов / В.И. Колчунов, Н.О. Прасолов, М.В. Моргунов. – Текст : непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2007. – №4. – С. 40-44.
21. Колчунов, В.И. К вопросу алгоритмизации задачи расчета живучести железобетонных конструкций при потере устойчивости / В.И. Колчунов, М.В. Моргунов, Л.В. Кожаринова, Н.О. Прасолов. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 12. – С. 77–79.
22. Колчунов, В.И. Направления проектирования конструктивных систем в особых расчетных ситуациях / В.И. Колчунов, В.В. Тур. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 7. – С. 5–15.
23. Fedorova, N.V. Progressive Collapse Resistance of Facilities Experienced to Localized Structural Damage – an Analytical Review / N.V. Fedorova, S.Y. Savin. – Текст : непосредственный // Building and reconstruction. – 2021. – Vol. 95. – № 3. – P. 76–108.
24. Тамразян, А.Г. Концептуальные подходы к оценке живучести строительных конструкций, зданий и сооружений / А.Г. Тамразян. – Текст : непосредственный // Железобетонные конструкции. – 2023. – 3(3). – С. 62–74.
25. Колчунов, В.И. Экспериментально-теоретические исследования живучести железобетонных рам при потере устойчивости отдельного элемента / В.И. Колчунов, Л.В. Кожаринова, Н.О. Прасолов. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2011. – Том 2. – № 3. – С. 109–115.
26. Savin, S.Y. Dynamic Forces in the Eccentrically Compressed Members of Reinforced Concrete Frames under Accidental Impacts / S.Y. Savin, N.V. Fedorova, V.I. Kolchunov. – Текст : непосредственный // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2022. – Vol. 18. – № 4. – P. 111.
27. Колчунов, В.И. Динамические эффекты в статически неопределимых физически и конструктивно нелинейных системах / В.И. Колчунов, Н.В. Федорова, С.Ю. Савин. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – №9. – С. 42–51.
28. Савин, С.Ю. Расчёт устойчивости железобетонных каркасов зданий при особых воздействиях / С.Ю. Савин, В.И. Колчунов, Н.В. Федорова. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 9. – С. 42–51.
29. Милейковский, И.Е. Неординарный смешанный метод расчёта рамных систем с элементами сплошного и составного сечений / И.Е. Милейковский, В.И. Колчунов. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1995. – № 7–8. – P. 32–37.
30. Вольмир, А.С. Устойчивость деформируемых систем / А.С. Вольмир. – Москва : Наука, 1967. – 984 p. – Текст : непосредственный.
31. Бондаренко, В.М. Расчётные модели силового сопротивления железобетона / В.М. Бондаренко, В.И. Колчунов. – Москва : АСВ, 2004. – 472 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Travush V.I., Fedorova N.V. Survivability Parameter Calculation for Framed Structural Systems. In: *Russian Journal of Building Construction and Architecture*, 2017, Vol. 33, no. 1, pp. 6–14.
2. Kabantsev O.V., Mitrovic B. Deformation and power characteristics monolithic reinforced concrete bearing systems in the mode of progressive collapse. In: *MATEC Web of Conferences*, 2018, Vol. 251, pp. 02047. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/110/mateconf_ipicse2018_02047/mateconf_ipicse2018_02047.html (Accessed 09/06/2023).
3. Kolchunov V.I., Klyueva N.V., Androsova N.B., Bukhtiyarova A.S. Zhivuchest' zdaniy i sooruzheniy pri zaproyektnykh vozdeystviyakh [Robustness of Buildings and Structures under Accidental Actions]. Moscow: Publishing house ASV, 2014. 208 p. (In Russ.)
4. Kolchunov V.I., Androsova N.B., Savin S.Y. Cross Section Structure Influence to Deformation of Construction at Accidental Impacts. In: *MATEC Web of Conferences*, 2018, Vol. 251, p. 02029. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/110/mateconf_ipicse2018_02029/mateconf_ipicse2018_02029.html (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)
5. Fedorova N.V., Vu N.T. Deformation Criteria for Reinforced Concrete Frames under Accidental Actions. In: *Magazine of Civil Engineering*, 2022, Vol. 109, no. 10902. URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2022.109.2/> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)
6. Fialko S.Y., Kabantsev O.V., Perelmuter A.V. Elastoplastic progressive collapse analysis based on the integration of the equations of motion. In: *Magazine of Civil Engineering*, 2021, Vol. 102, no. 10214. URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2021.102.14> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)
7. Almazov V.O, Plotnikov A.I., Rastorguyev B.S. Problemy soprotivleniya zdaniy progressiruyushchemu razrusheniyu

[Problems of Building's Resistance against Progressive Collapse]. In: *Vestnik MGSU*, 2011, no. 2-1, pp. 16–20. (In Russ.)

8. Kabantsev O.V., Kovalev M.G. Failure Mechanisms and Parameters of Elastoplastic Deformations of Anchorage in a Damaged Concrete Base under Seismic Loading. In: *Buildings*, 2022, Vol. 12, no. 1. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/1/78> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

9. Fedorova N.V., Medyankin M.D., Bushova O.B. Eksperimental'noye opredeleniye parametrov statiko-dinamicheskogo deformirovaniya betona pri rezhimnom nagruzhenii [Experimental study of static-dynamic deformation parameters for concrete under modal loading]. In: *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya [Building and Reconstruction]*, 2020, no. 3, pp. 72–81. (In Russ., abstr. in Engl.)

10. Fedorova, N.V., Vu N.T., Iliushchenko T.A. The Effect of Energy Dissipation on the Dynamic Response of Reinforced Concrete Structure. In: *IOP Conf Ser Mater Sci Eng.*, 2020, Vol. 962, pp. 022063. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/962/2/022063> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

11. Alekseytsev A.V. Mechanical Safety of Reinforced Concrete Frames under Complex Emergency Actions. In: *Magazine of Civil Engineering*, 2021, Vol. 103, no. 10306. – URL: <https://engstroy.spbstu.ru/en/article/2021.103.6/> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

12. Kiakojouri F., De Biagi V., Chiaia B., Sheidaii M. Progressive collapse of framed building structures: Current knowledge and future prospects. In: *Eng Struct.*, 2020, Vol. 206, pp. 110061. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029619322576> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

13. Mohamed O.A., Keshawarz M.S. Modeling for Progressive Collapse Mitigation Using Nonlinear Static Analysis Procedures. In: *Proceedings of the Ninth International Conference on Computational Structures Technology*. 2009. URL: <https://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=4954> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

14. Alanani M., Ehab M., Salem H. Progressive Collapse Assessment of Precast Prestressed Reinforced Concrete Beams Using Applied Element Method. In: *Case Studies in Construction Materials*, 2020, Vol. 13, pp. e00457. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301297> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

15. Almusallam T., Al-Salloum Y., Elsanadedy H., Tuan N., Mendis P., Abbas H. Development Limitations of Compressive Arch and Catenary Actions in Reinforced Concrete Special Moment Resisting Frames under Column-Loss Scenarios. In: *Structure and Infrastructure Engineering*, 2020, Vol. 16, no. 12, pp. 1616–1634. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15732479.2020.1719166?journalCode=nsie20> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

16. Bažant Z.P., Verdure M. Mechanics of Progressive Collapse: Learning from World Trade Center and Building

Demolitions. In: *J Eng Mech.*, 2007, Vol. 133, no.3, pp. 308–319. URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9399%282007%29133%3A3%28308%29> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

17. Anil Ö., Altin S. An experimental study on reinforced concrete partially infilled frames. In: *Eng Struct.*, 2007, Vol. 29, no. 3, pp. 449–460. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029606002148?via%3Dihub> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

18. Adam J.M., Buitrago M., Bertolesi E., Sagaseta J., Moragues J.J. Dynamic Performance of a Real-Scale Reinforced Concrete Building Test under a Corner-Column Failure Scenario. In: *Eng Struct.*, 2020, Vol. 210, pp. 110414. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014102961933891X?via%3Dihub> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

19. Savin S.Y., Kolchunov V.I., Fedorova N.V., Vu N.T. Experimental and Numerical Investigations of RC Frame Stability Failure under a Corner Column Removal Scenario. In: *Buildings*, 2023, Vol. 13, no. 4, pp. 0908. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/4/908> (Accessed 09/06/2023). (In Engl.)

20. Kolchunov V.I., Prasolov N.O., Morgunov M.V. K otsenke zhivuchesti zhelezobetonnykh ram pri potere ustoychivosti otdel'nykh elementov [Evaluation of the Robustness of Reinforced Concrete Frames under Stability Failure of a Structural Member]. In: *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksiy i sooruzheniy [Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings]*, 2007, no. 4, pp. 40–44. (In Russ.)

21. Kolchunov V.I., Morgunov M.V., Kozharinova L.V., Prasolov N.O. K voprosu algoritimizatsii zadachi rascheta zhivuchesti zhelezobetonnykh konstruksiy pri potere ustoychivosti [On the Algorithmizing of Robustness Assessment of Reinforced Concrete Structures at Buckling]. In: *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]*, 2012, no. 12, pp. 77–79. (In Russ., abstr. in Engl.)

22. Kolchunov V.I., Tur V.V. Napravleniya proyektirovaniya konstruktivnykh sistem v osobykh raschetnykh situatsiyakh [Directions for the Design of Structural Systems in Accidental Design Situations]. In: *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]*, 2023, no. 7, pp. 5–15. (In Russ., abstr. in Engl.)

23. Fedorova N.V., Savin S.Y. Progressive Collapse Resistance of Facilities Experienced to Localized Structural Damage – an Analytical Review. In: *Building and Reconstruction*, 2021, Vol. 95, no. 3, pp. 76–108. (In Engl., abstr. in Russ.)

24. Tamrazyan A.G. Kontseptual'nyye podkhody k otsenke zhivuchesti stroitel'nykh konstruksiy, zdaniy i sooruzheniy [Conceptual Approaches to Robustness Assessment of Building Structures, Buildings and Facilities] In: *Zhelezobetonnyye konstruksii [Reinforced Concrete Structures]*, 2023, no. 3 (3), pp. 62–74. (In Russ., abstr. in Engl.)

25. Kolchunov V.I., Kozharinova L.V., Prasolov N.O. Eksperimental'no-teoreticheskiye issledovaniya zhivuchesti

zhelezobetonnykh ram pri potere ustoychivosti otdel'nogo elementa [Experimental and theoretical investigations of the robustness of reinforced concrete frames under stability failure of a structural element]. In: *Vestnik MGSU*, 2011, Vol. 2, no. 3, pp. 109–115. (In Russ., abstr. in Engl.)

26. Savin S.Y., Fedorova N.V., Kolchunov V.I. Dynamic forces in the eccentrically compressed members of reinforced concrete frames under accidental impacts. In: *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 2022, Vol. 18, no. 4, pp. 111.

27. Kolchunov V.I., Fedorova N.V., Savin S.Yu. Dinamicheskiye efekty v staticheski neopredelimykh fizicheski i konstruktivno nelineynykh sistemakh [Dynamic Effects In Statically Indeterminate Physically And Structurally Nonlinear Structural Systems]. In: *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]*, 2022, no. 9, pp. 42–51. (In Russ., abstr. in Engl.)

28. Savin S.Yu., Kolchunov V.I., Fedorova N.V. Raschet ustoychivosti zhelezobetonnykh karkasov zdaniy pri

osobykh vozdeystviyakh [Stability Analysis of Reinforced Concrete Building Frames under Accidental Actions]. In: *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]*, 2023, no. 9, pp. 42–51. (In Russ., abstr. in Engl.)

29. Mileikovskiy I.E., Kolchunov V.I. Neordinarnyy smeshanny metod rascheta ramnykh sistem s elementami sploshnogo i sostavnogo secheniy [Non-ordinary mixed method for analysis of framed systems with elements of complete and coupled cross-sections]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo [News of Higher Educational Institutions. Construction]*, 1995, no. 7-8, pp. 32–37. (In Russ.)

30. Vol'mir A.S. Ustoychivost' deformiruyemykh sistem [Stability of deformable systems]. Moscow, Nauka Publ., 1967, 984 p. (In Russ.)

31. Bondarenko V.M., Kolchunov V.I. Raschetnyye modeli silovogo soprotivleniya zhelezobetona [Calculation models of power resistance of reinforced concrete]. Moscow, ASV Publ., 2004, 472 p. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 138–144.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 138–144.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 691.542

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-138-144

Фазовый состав продуктов гидратации портландцемента, механоактивированного в аппарате вихревого слоя с добавками различной природы

Ибрагимов Руслан Абдирашитович (Казань). Кандидат технических наук, доцент. Казанский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, 420043, Казань, ул. Зелёная, 1. КГАСУ). Эл. почта: rusmag007@yandex.ru

Королёв Евгений Валерьевич (Санкт-Петербург). Доктор технических наук, профессор. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4. СПбГАСУ). Эл. почта: korolev@nocnt.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния природы суперпластификаторов на фазовый состав цементного камня, твердевшего 1 и 28 сут. в нормально-влажностных условиях. Установлено, что активация портландцемента в аппарате вихревого слоя снижает содержание непрогидратированных минералов портландцементного клинкера. Количество продуктов гидратации цементного камня, твердевшего в течение двух суток, полученных традиционным образом, убывает при введении добавок: C-3 → SP10 → MF. Совместный помол исследуемых добавок с портландцементом в аппарате вихревого слоя способствует повышению количества продуктов гидратации на 4–35 % в зависимости от вида добавки, и по эффективности их увеличения располагается в ряду: C-3 → SP10 → MF. На первые сутки твердения прочность цементного камня в значительной степени зависит от характеристик кристаллов в цементном камне, при этом прочность цементного камня увеличивается при уменьшении величины приведённого размера блока-мозаики всех идентифицированных фаз цементного камня.

Ключевые слова: активация, гидратация, фазовый состав, цементный камень

Для цитирования. Ибрагимов Р.А., Королёв Е.В. Фазовый состав продуктов гидратации портландцемента, механоактивированного в аппарате вихревого слоя с добавками различной природы // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 138–144. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-138-144.

Phase Composition of Hydration Products of Portland Cement Mechanically Activated in a Vortex Layer Apparatus with Additives of Various Nature

Ibragimov Ruslan A. (Kazan). Candidate of Sciences in Technology, Docent. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (1, Zelenaya St, Kazan, Tatarstan, 420043, Russia. KSUAE). E-mail: rusmag007@yandex.ru

Korolev Evgeny V. (St. Petersburg). Doctor of Sciences in Technology, Professor. St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2 Krasnoarmeiskaya St, Saint Petersburg, 190005, Russia. SPbGASU). E-mail: korolev@nocnt.ru

Abstract. The article presents the results of studies of the influence of the nature of superplasticizers on the phase composition of cement stone hardened for 1 and 28 days under normal humidity conditions. It has been established that the activation of Portland cement in the apparatus of the vortex layer reduces the content of non-hydrated minerals of Portland cement clinker. The amount of hydration products of cement stone hardened within 1 day, obtained in the traditional way, decreases with the introduction of additives: C-3 → SP10 → MF. The joint grinding of the studied additives with Portland cement in the vortex

© Ибрагимов Р.А., Королёв Е.В., 2023.

layer apparatus contributes to an increase in the amount of hydration products by 4–35%, depending on the type of additive, and in terms of the effectiveness of their increase, it is located in the series: C-3 → SP10 → MF. On the 1st day of hardening, the strength of the cement stone largely depends on the characteristics of the crystals in the cement stone, while the strength of the cement stone increases with a decrease in the reduced size of the mosaic block of all identified phases of the cement stone.

Keywords: activation, hydration, phase composition, cement stone

For citation. Ibragimov R.A., Korokey E.V. Phase Composition of Hydration Products of Portland Cement Mechanically Activated in A Vortex Layer Apparatus with Additives of Various Nature. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 138–144, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-138-144.

Повышение эксплуатационных свойств строительных материалов – актуальная задача современного строительства [1]. Одним из способов её решения является механоактивация вяжущего [2]. Долговечность цементного камня при прочих равных условиях зависит от состава исходных компонентов, количества и качества продуктов гидратации портландцемента. Эффективные способы исследования фазового состава гидратных новообразований: рентгенофазовый анализ (РФА), дифференциально-термический анализ (ДТА), инфракрасная спектроскопия (ИКС), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронная микроскопия и др. Методами РФА и термогравиметрическим анализом (ТГА) в работе [3] установлено, что гидратация C_3S (алита) в периоде от 5 мин до нескольких часов гидратации в основном ограничена зарождением и ростом гидратов (CSH, CH и этtringита). В тоже время, чем выше концентрация ионов Ca^{2+} , тем значительнее тепловыделение при гидратации [4]. Используя данные РФА, установлено, что сульфат-ионы ускоряют процесс растворения твёрдофазного кальция в гидратных новообразованиях портландцемента в первую очередь за счёт химической реакции и диффузии гидроксид-ионов [5]. В портландцементе, по данным РФА, происходит образование полиморфа в фазе C_3S и орторомбического полиморфа в фазе C_3A из-за присутствия второстепенных оксидов, таких как MgO , Na_2O [6]. Дифрактограммы, полученные через 1 мин гидратации, показали, что иелимит и гипс в исследуемом портландцементе быстро реагировали с образованием Aft-фазы, что говорит об интенсивной гидратации [7–9]. Также с помощью метода РФА установлено, что добавление шлака в портландцемент замедляет фазовый переход в цементном тесте под воздействием сульфатов [10].

Цель описанной в статье работы – определить фазовый состав продуктов гидратации цементного камня, полученного механоактивацией портландцемента с добавками различной природы.

Для исследований использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Б/ПЦ 500-ДО-Н Новотроицкого цементного завода, соответствующий требованиям ГОСТ 31108-2020¹ (далее – ПЦ).

Указанный портландцемент имеет следующий минералогический состав: C_3S – 64...65 %, C_2S – 11...13 %, C_3A – 5...6 %, C_4AF – 14...15 %. Обработку портландцемента производили в аппарате вихревого слоя (АВС) модель 297, производитель ООО «Регионметтранс». В работах [11; 12] приводятся данные по основным конструктивным элементам АВС и режимам его работы. Продолжительность обработки портландцемента в АВС составила пять минут. Для исследований образцов методом рентгенофазового анализа (РФА) изготавливались кубы размером 2×2×2 см из цементного теста, которые твердели в течении 28 суток в нормально-влажностных условиях.

В качестве пластификатора применяли следующие суперпластификаторы (СП):

СП С-3 – химическая добавка, продукт конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида, представляет собой водорастворимый порошок, выпускается компанией «ПОЛИПЛАСТ»;

СП Remicrete-SP10 (FM) – химическая добавка на основе полиэфиркарбоксилата, представляет собой жидкость плотностью 1,1 г/см³, выпускается компанией «SCHOMBURG», далее по тексту – SP10;

СП Melflux 2651 F – химическая добавка на основе полиэфиркарбоксилата (полимерная цепь образована α , β -ненасыщенными карбоновыми кислотами), порошок насыпной плотностью 0,4–0,6 г/см³, выпускается концерном «BASF», далее по тексту – MF.

Рентгенограммы снимались на автоматическом рентгеновском дифрактометре D2 Phase (производства Bruker AXS GmbH). Обработку полученных дифракционных спектров проводили с помощью программы DIFFRAC.SUITE. Идентификацию фаз проводили с использованием базы дифракционных данных ICDD PDF-2 Release 2012 с помощью программы DIFFRAC.EVA-v3.1. Качественный расчёт проведён по методу Рейтвельда с использованием программы DIFFRAC.TOPAS-v4.2. Методом Ритвельда оценивается вклад интенсивностей отдельных решёток минералов в интегральную интенсивность нелинейным методом наименьших квадратов разности интегральных и экспериментальных интенсивностей рентгеновского излучения в зависимости от вариации профильных, структурных параметров решёток фаз [13]. Нумерация и расшифровка исследуемых составов приведена в таблице 1.

¹ ГОСТ 31108-2020. Межгосударственный стандарт «Цементы общестроительные. Технические условия» (<https://docs.cntd.ru/document/1200174658>).

Таблица 1. Нумерация и расшифровка составов

№№ состава	Наименование
1	Состав, полученный традиционным способом
2	Состав, полученный активацией портландцемента в ABC
3	Состав, полученный активацией портландцемента совместно с добавкой С-3 в ABC
4	Состав, полученный активацией портландцемента совместно с добавкой SP10 в ABC
5	Состав, полученный традиционным способом, модифицированный добавкой С-3
6	Состав, полученный активацией портландцемента совместно с добавкой MF в ABC
7	Состав, полученный традиционным способом, модифицированный добавкой MF
8	Состав, полученный традиционным способом, модифицированный добавкой SP10

Получены рентгенограммы образцов цементного камня, снятые после вторых и 29-х суток нормального твердения. Анализ количественного расчёта фаз цементного камня, твердевшего в течении 1 и 28 суток в нормальных условиях, представлен на рисунке 1.

Результаты анализа рентгенограмм цементного камня при пересчёте на 100-процентное содержание кристаллической фазы представлены на рисунке 1. Также по данным РФА цементного камня были определены некоторые интегральные параметры кристаллов, а именно: размер области когерентного рассеивания L_d и плотность дислокаций ρ_d . Расчёт этих параметров проведён по формулам, представленным в [14]:

– размер областей когерентного рассеивания (блоков-мозаики):

$$L_d = \lambda \cdot 180^\circ / (\pi \vartheta \cos \theta) \quad (1)$$

где λ – длина волны излучения медного анода, равная 1,537 Å; ϑ – полуширина пика, рад; θ – брэгговский угол падения и отражения рентгеновского луча;

– плотность дислокаций:

$$\rho = \frac{3}{L_d^2} \quad (2)$$

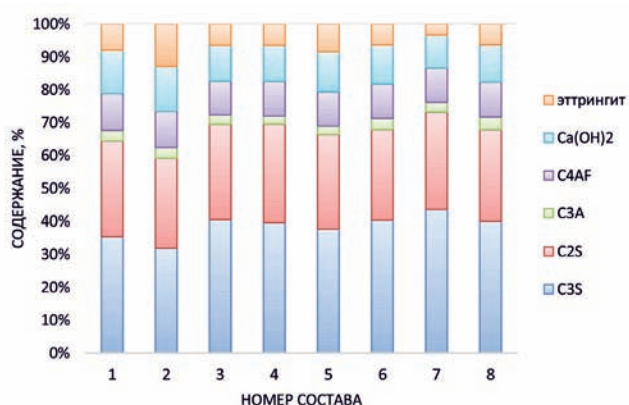
Результаты вычисления представлены в таблице 2.

Из анализа полученных данных следует, что суперпластификаторы на первые сутки твердения уменьшают содержание минералов цементного клинкера. Причём величина этого эффекта зависит от вида пластификатора. Для неактивированного портландцемента максимальное снижение содержания минералов цементного клинкера характерно для пластификатора MF (-3,3%), а минимальное – для С-3 (-1,0%). Механоактивация портландцемента нивелирует влияние пластификатора: для всех исследованных пластификаторов снижение количества минералов цементного клинкера составляет 2,2%.

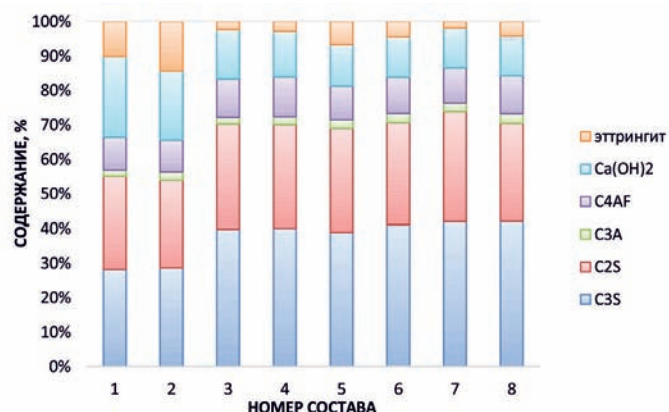
После 28 суток твердения эффект механоактивации нивелируется: для неактивированного и механоактивированного портландцемента наблюдается примерно одинаковое снижение содержания минералов цементного клинкера (-12,2%). При этом суммарное снижение количества минералов цементного клинкера характерно для механоактивированного портландцемента с пластификатором С-3 (-9,6%).

Указанные характерные особенности механоактивации и наличие пластификаторов закономерно влияют на количество идентифицированных с применением РФА продуктов гидратации портландцемента. Так, на первые сутки твердения относительное содержание продуктов гидратации портландцемента в цементном камне, полученном на механоактивированном портландцементе, на 50,3% больше по сравнению с цементным камнем из неактивированного портландцемента. На 28 суток указанное соотношение сокращается до 4,3%.

Изменение в структурообразовании цементного камня оказывает закономерное влияние на его прочность (табл. 3).



а)



б)

Рис. 1. Содержание фаз цементного камня после твердения: а) 1 сутки; б) 28 суток. Графики авторов статьи

Оценку влияния внутренних параметров кристаллов на прочность цементного можно провести по интегральному показателю, имеющему следующий вид:

$$I_L = \sum_i^n L_{d,i} C_i \quad (3)$$

где C_i и $L_{d,i}$ – количество (см. рис. 1) и размер блока-мозаики (см. табл. 2) для каждой фазы цементного камня; n – количество идентифицированных фаз цементного камня.

Сопоставление данных по прочности цементного камня с указанным интегральным показателем демонстрирует,

Таблица 2. Размер блок-мозаики и плотность дислокаций

Наименование / обозначение фазы		Размер кристаллитов, нм / № состава							
		1	2	3	4	5	6	7	8
после одних суток твердения									
C ₃ S		133	110	124	117	116	101	120	112
C ₂ S		41	37	39	37	44	39	43	43
C ₃ A		34	28	30	39	37	36	32	28
C ₄ AF		66	62	66	65	63	61	63	68
Periclase		86	54	71	65	95	53	83	73
Portlandite		61	73	35	37	53	25	41	45
Ettringite		48	44	44	49	43	55	49	47
Плотность дислокаций, М-2·10 ¹⁴	C ₃ S	1,7	2,5	2,0	2,2	2,2	2,9	2,1	2,4
	C ₂ S	17,8	21,9	19,3	21,4	15,6	20,0	16,1	16,1
	C ₃ A	25,9	38,3	33,8	19,6	21,8	23,7	28,9	38,3
	C ₄ AF	6,9	7,8	6,9	7,1	7,5	8,2	7,6	6,5
	Periclase	4,1	10,3	6,0	7,0	3,3	10,7	4,3	5,6
	Portlandite	8,1	5,7	24,6	21,7	10,7	49,2	18,1	15,1
	Ettringite	13,0	15,5	15,4	12,3	16,0	10,1	12,6	13,6
после 28 суток твердения									
C ₃ S		136	111	129	121	118	115	125	114
C ₂ S		48	47	49	46	47	41	45	48
C ₃ A		36	29	38	43	34	37	37	40
C ₄ AF		74	68	68	68	74	62	66	69
Periclase		91	79	92	87	113	64	86	77
Portlandite		46	45	32	36	51	24	39	39
Ettringite		124	71	72	74	51	93	54	49
Плотность дислокаций, М-2·10 ¹⁴	C ₃ S	1,6	2,4	1,8	2,0	2,3	2,3	1,9	2,3
	C ₂ S	13	13,6	12,7	14,3	17,9	17,9	14,9	12,8
	C ₃ A	23,1	35,7	20,8	16,3	22,0	22,0	21,9	18,8
	C ₄ AF	5,5	6,5	6,5	6,5	7,7	7,7	6,9	6,3
	Periclase	3,6	4,8	3,6	4,0	7,2	7,2	4,1	5,1
	Portlandite	14,2	14,8	29,3	23,5	54,3	54,3	19,8	20,1
	Ettringite	1,9	5,9	5,7	5,5	3,4	3,4	10,4	12,5

Таблица 3. Прочность при сжатии цементного камня исследуемых составов

Свойство цементного камня	№№ состава							
	1	2	3	4	5	6	7	8
R _{сж} (1 сут), МПа	12,1	19,9	32,6	42,2	19,2	48,8	15,1	22,2
R _{сж} (28 сут), МПа	42,5	54,8	64,8	62,1	49,7	72,8	61,2	55,8

что величина коэффициента корреляции на первые сутки твердения составляет: $r = -0,79$, а на 28 суток: $r = 0,28$. Полученные результаты демонстрируют весьма важный результат. На первые сутки твердения прочность цементного камня в значительной степени зависит от характеристик кристаллов, которые присутствуют в цементном камне. Причём прочность цементного камня увеличивается при уменьшении величины интегрального показателя, который является приведённым размером блока-мозаики всех идентифицированных фаз цементного камня. Эта зависимость является своеобразным неполным аналогом эмпирической зависимости Петча–Холла, выявленной для металлов.

Отсутствие корреляционной связи между I_L и прочностью цементного камня указывает на преобладающее влияние дополнительного фактора, не связанного с внутренними характеристиками кристаллов. Целесообразно предположить, что для цементного камня после длительного периода структурообразования доминирующее влияние оказывают объёмные дефекты как строения цементного камня, так и кристаллов. Установление зависимости нового интегрального показателя, содержащего I_L , обеспечивающего сильную корреляционную связь, является предметом дополнительного исследования.

* * *

На основе проведённых исследований установлено, что активация портландцемента в АВС снижает содержание негидратированных минералов портландцементного клинкера. Исследуемые суперпластификаторы на первые сутки твердения уменьшают содержание минералов цементного клинкера. Для неактивированного портландцемента максимальное снижение содержания минералов цементного клинкера характерно для пластификатора MF ($-3,3\%$), а минимальное – для С-3 ($-1,0\%$). После 28 суток твердения эффект механоактивации нивелируется: для неактивированного и механоактивированного портландцемента наблюдается примерно одинаковое снижение содержания минералов цементного клинкера. На первые сутки твердения относительное содержание продуктов гидратации портландцемента в цементном камне, полученном на механоактивированном портландцементе, на $50,3\%$ больше по сравнению с цементным камнем из неактивированного портландцемента. На 28 суток указанная соотношение сокращается до $4,3\%$.

На первые сутки твердения прочность цементного камня в значительной степени зависит от характеристик кристаллов, которые присутствуют в цементном камне. Причём прочность цементного камня увеличивается при уменьшении величины интегрального показателя, который является приведённым размером блока-мозаики всех идентифицированных фаз цементного камня.

Список источников

1. Рахимов, Р.З. Топливо-энергетический комплекс, экология и минеральные вяжущие вещества / Р.З. Рахимов. – DOI: 10.52409/20731523_2022_3_67. – Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2022. – № 3 (61). – С. 67–74.
2. Ибрагимов, Р.А. Прочность композитов на основе модифицированного портландцемента, активированного в аппарате вихревого слоя / Ибрагимов Р.А., Королёв Е.В. – DOI: 10.33622/0869-7019.2021.01.35-41. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2021. – №1. – С. 35–41.
3. Effect of Alkali and Sulfate on Early Hydration of Portland Cements at High Water to Cement Ratio / M. Zajac, M. Wieczorek, B. Lothenbach, F. Bullerjahn. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128283. – Текст : электронный // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 345. – P. 128283. URL: https://www.researchgate.net/publication/361794370_Effect_of_alkali_and_sulfate_on_early_hydration_of_Portland_cements_at_high_water_to_cement_ratio (дата обращения 16.05.2023). (In Engl.)
4. Yafeng, Rui. CO₂-Fixing Steel Slag on Hydration Characteristics of Cement-Based Materials / Yafeng Rui, Chunxiang Qian. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129193. – Текст : электронный // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 354. – P. 129193. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822028495> (дата обращения 16.05.2023).
5. Calcium Leaching from Cement Hydrates Exposed to Sodium Sulfate Solutions / Dujian Zou, Ming Zhang, Shanshan Qin, Tiejun Liu. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128975. – Текст : электронный // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 351. – P. 128975. – URL: https://www.researchgate.net/publication/363135613_Calcium_leaching_from_cement_hydrates_exposed_to_sodium_sulfate_solutions (дата обращения 16.05.2023).
6. Recycling of Dredged Sediment as a raw Material for the Manufacture of Portland Cement – Numerical Modeling of the Hydration of Synthesized Cement Using the CEMHYD3D Code / Duc Chinh Chu, Joelle Kleib, Mouhamadou Amar, Mahfoud Benzerzour, Nor-Edine Abriak. – DOI: 10.1016/j.job.2021.103871. – Текст : электронный // Journal of Building Engineering. – 2022. – Vol. 48. P. 103871. – URL: https://www.researchgate.net/publication/356968278_Recycling_of_dredged_sediment_as_a_raw_material_for_the_manufacture_of_Portland_cement_-_Numerical_modeling_of_the_hydration_of_synthesized_cement_using_the_CEMHYD3D_code (дата обращения 16.05.2023).
7. Belite-Calcium Sulphoaluminate Cement Prepared by EMR and BS: Hydration Characteristics and Microstructure Evolution Behavior / Weilong He, Rui Li, Dengpan Nie [et al.] / – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.127415. – Текст : электронный // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 333. – P. 127415. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>

abs/pii/S0950061822010923 (дата обращения 16.05.2023).

8. Preparation of Nano-Kaolin by Wet-Grinding Process and its Application as Accelerator in Portland Cement / Yifan Wang, Hongbo Tan, Xianyue Gu [et al.]. – DOI: 10.1016/j.job.2021.103401. – Текст : электронный // Journal of Building Engineering. – 2021. – Vol. 44. – P. 103401. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221012596> (дата обращения 16.05.2023).

9. Preparation of Nano Cement Particles by Wet-Grinding and its Effect on Hydration of Cementitious System Maogao Li, Hongbo Tan, Xingyang He, Shouwei Jian [et al.]. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.125051. – Текст : электронный // Construction and Building Materials. – 2021. – Vol. 307. – P. 125051. – URL: https://www.researchgate.net/publication/355351406_Preparation_of_nano_cement_particles_by_wet-grinding_and_its_effect_on_hydration_of_cementitious_system (дата обращения 16.05.2023).

10. Effect of Sulfate Attack on the Composition and Micro-Mechanical Properties of C-A-S-H Gel in Cement-Slag Paste: A Combined Study of Nanoindentation and SEM-EDS / Jun Yang, Qingjun Ding, Gaozhan Zhang, Dongshuai Hou [и др.]. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128275. – Текст : электронный // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 345. – P. 128275. – URL: https://www.researchgate.net/publication/361733121_Effect_of_sulfate_attack_on_the_composition_and_micro-mechanical_properties_of_C-A-S-H_gel_in_cement-slag_paste_A_combined_study_of_nanoindentation_and_SEM-EDS (дата обращения 16.05.2023).

11. Оптимальные параметры и картина магнитного поля рабочей камеры в аппаратах с вихревым слоем / Р.А. Ибрагимов, Е.В. Королев, Т.Р. Дебердеев, В.В. Лексин. – DOI: 10.31659/0585-430X-2018-761-7-64-67. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2018. – № 7. – С. 64–67.

12. Ибрагимов, Р.А. Исследование структурообразования активированного наномодифицированного цементного камня методом ИК-спектроскопии / Р.А. Ибрагимов, Л.И. Потапова, Е.В. Королёв. – DOI: 10.52409/20731523_2021_3_41. – Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2021. – № 3 (57). – С. 41–48.

13. Сафронов, В.Н. Структурное состояние и фазовый состав цементного камня при различных технологических приёмах подготовки цементного теста с магнитоактивированной водой затворения / В.Н. Сафронов. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 4(63). – С. 117–127.

14. Макридин, Н.И. Структурообразование и конструкционная прочность цементных композитов / Н.И. Макридин, Е.В. Королёв, И.Н. Максимова. – Москва : МГСУ, 2013. – 152 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Rakhimov R.Z. Toplivno-energeticheskii kompleks, ekologiya i mineral'nye vyazhushchie veshchestva [Fuel

and Energy Complex, Ecology and Mineral Binders]. In: *Izvestiya KGASU [News KSUAE]*, 2022, no. 3 (61), pp. 67–74, doi: 10.52409/20731523_2022_3_67. (In Russ., abstr. in Engl.)

2. Ibragimov R.A., Korolev E.V. Prochnost' kompozitov na osnove modifitsirovannogo portlandtsementa, aktivirovannogo v apparate vikhrevogo sloya [Strength of Composites Based on Modified Portland Cement Activated in a Vortex Layer Apparatus]. In: *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]*, 2021, no. 1, pp. 35–41, DOI: 10.33622/0869-7019.2021.01.35-41. (In Russ., abstr. in Engl.)

3. Zajac M., Wiczorek M., Lothenbach B., Bullerjahn F. Effect of Alkali and Sulfate on Early Hydration of Portland Cements at High Water to Cement Ratio. In: *Construction and Building Materials*, 2022, Vol. 345, p. 128283, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128283. URL: https://www.researchgate.net/publication/361794370_Effect_of_alkali_and_sulfate_on_early_hydration_of_Portland_cements_at_high_water_to_cement_ratio (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

4. Yafeng Rui, Chunxiang Qian. CO₂-Fixing Steel Slag on Hydration Characteristics of Cement-Based Materials. In: *Construction and Building Materials*, 2022, Vol. 354, p. 129193, doi:10.1016/j.conbuildmat.2022.129193. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822028495> (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

5. Dujian Zou, Ming Zhang, Shanshan Qin, Tiejun Liu. Calcium Leaching from Cement Hydrates Exposed to Sodium Sulfate Solutions. In: *Construction and Building Materials*, 2022, Vol. 351, p. 128975, doi:10.1016/j.conbuildmat.2022.128975. URL: https://www.researchgate.net/publication/363135613_Calcium_leaching_from_cement_hydrates_exposed_to_sodium_sulfate_solutions (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

6. Duc Chinh Chu, Joelle Kleib, Mouhamadou Amar, Mahfoud Benzerzour, Nor-Edine Abriak. Recycling of Dredged Sediment as a Raw Material for the Manufacture of Portland Cement – Numerical Modeling of the Hydration of Synthesized Cement Using the CEMHYD3D Code. In: *Journal of Building Engineering*, 2022, Vol. 48, p. 103871, doi: 10.1016/j.job.2021.103871. URL: https://www.researchgate.net/publication/356968278_Recycling_of_dredged_sediment_as_a_raw_material_for_the_manufacture_of_Portland_cement_-_Numerical_modeling_of_the_hydration_of_synthesized_cement_using_the_CEMHYD3D_code (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

7. Weilong He, Rui Li, Dengpan Nie [et al.] Belite-calcium Sulphoaluminate Cement Prepared by EMR and BS: Hydration Characteristics and Microstructure Evolution Behavior. In: *Construction and Building Materials*, 2022, Vol. 333, p. 127415, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.127415. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822010923> (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

8. Yifan Wang, Hongbo Tan, Xianyue Gu [et al.]. Preparation of Nano-Kaolin by Wet-Grinding Process and Its Application as Accelerator in Portland Cement. In: *Journal of Building Engineering*, 2021, Vol. 44, P. 103401, doi: 10.1016/j.

jobe.2021.103401. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221012596> (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

9. Maogao Li, Hongbo Tan, Xingyang He, Shouwei Jian [et al.]. Preparation of Nano Cement Particles by Wet-Grinding and Its Effect on Hydration of Cementitious System. In: *Construction and Building Materials*, 2021, Vol. 307, p. 125051, doi:10.1016/j.conbuildmat.2021.125051. URL: https://www.researchgate.net/publication/355351406_Preparation_of_nano_cement_particles_by_wet-grinding_and_its_effect_on_hydration_of_cementitious_system (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

10. Jun Yang, Qingjun Ding, Gaozhan Zhang, Dongshuai Hou [et al.]. Effect of Sulfate Attack on the Composition and Micro-Mechanical Properties of C-A-S-H gel in Cement-Slag Paste: A Combined Study of Nanoindentation and SEM-EDS. In: *Construction and Building Materials*, 2022, Vol. 345, p. 128275, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128275. URL: https://www.researchgate.net/publication/361733121_Effect_of_sulfate_attack_on_the_composition_and_micro-mechanical_properties_of_C-A-S-H_gel_in_cement-slag_paste_A_combined_study_of_nanoindentation_and_SEM-EDS (Accessed 05/16/2023). (In Engl.)

11. Ibragimov R.A., Korolev E.V., Deberdeev T.R., Leksin V.V. Optimal'nye parametry i kartina magnitnogo polya rabochei kamery v apparatakh s vikhrevym sloem [Optimal Parameters and

Picture of the Magnetic Field of the Working Chamber in Devices with a Vortex Layer]. In: *Stroitel'nye materialy [Construction Materials]*, 2018, no. 7, pp. 64–67, doi: 10.31659/0585-430X-2018-761-7-64-67. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. Ibragimov R.A., Potapova L.I., Korolev E.V. Issledovanie strukturoobrazovaniya aktivirovannogo nanomodifitsirovannogo tsementnogo kamnya metodom IK-spektroskopii [Study of the Structure Formation of Activated Nanomodified Cement Stone by IR Spectroscopy]. In: *Izvestiya KGASU [News KSUAE]*, 2021, no. 3 (57), pp. 41–48, doi: 10.52409/20731523_2021_3_41. (In Russ., abstr. in Engl.)

13. Safronov V.N. Strukturnoe sostoyanie i fazovyi sostav tsementnogo kamnya pri razlichnykh tekhnologicheskikh priemakh podgotovki tsementnogo testa s magnitoaktivirovannoi vodoi zatvoreniya [Structural State and Phase Composition of Cement Stone with Various Technological Methods of Preparing Cement Paste with Magnetically Activated Mixing Water]. In: *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Journal of Construction and Architecture]*, 2017, no. 4 (63), pp. 117–127. (In Russ., abstr. in Engl.)

14. Makridin N.I., Korolev E.V., Maksimova I.N. Strukuroobrazovanie i konstruktsionnaya prochnost' tsementnykh kompozitov [Structure Formation And Structural Strength of Cement Composites]. Moscow, MGSU Publ., 2013, 152 p. (In Russ.)

Огне- и биозащитные сэндвичевые покрытия для древесины с добавлением нанодисперсного золя кремнезема

Покровская Елена Николаевна (Москва). Доктор технических наук. Кафедра комплексной безопасности в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: elenapokrovskaya@bk.ru

Полтаруха Олег Павлович (Москва). Кандидат биологических наук. Лаборатория тропических технологий Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (119071, Москва, Ленинский просп., 33. ИПЭЭ РАН). Эл. почта: poltarukha@rambler.ru

Аннотация. Исследована возможность создания сэндвичевых покрытий на основе наномодифицированных огне- и биозащитных составов с фосфорсодержащими соединениями и нанодисперсным кремнезёмом. В качестве фосфорорганического модификатора была выбрана нитрилтриметилфосфоновая кислота $C_3H_{12}NO_9P_3$. В качестве фосфорорсодержащего неорганического модификатора был выбран моноамонийфосфат $NH_4H_2PO_4$. Для создания покрытия на поверхности некоторых опытных образцов использовался также полиакриламид $(CH_2CHCONH_2)_n$ (магнофлок).

В ходе лабораторных испытаний оценивались пожароопасные свойства опытных образцов по ГОСТ 27484-87, водопоглощение – по ГОСТ 16483.20-72, микологическая стойкость – по ГОСТ 9.048-89, а также определялся краевой угол смачивания поверхности опытных образцов.

Лучшими характеристиками из исследованных обладал образец с покрытием НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%). Это покрытие соответствует первому классу огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53292-2009, является грибоустойчивым по ГОСТ 9.048-89, а также снижает водопоглощение древесины – по ГОСТ 16483.20-72 в два раза. Также указанное покрытие в некоторой степени повышает гидрофобность поверхности, для её большего повышения целесообразно наносить поверх данного покрытия дополнительный слой, состоящий из гидрофобизаторов.

Ключевые слова: модификация древесины, огнезащита, микологическая устойчивость, нанодисперсный кремнезём

Для цитирования. Покровская Е.Н., Полтаруха О.П. Огне- и биозащитные сэндвичевые покрытия для древесины с добавлением нанодисперсного золя кремнезема // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 145–152. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-145-152.

Fire- And Bio-Protective Sandwich Coatings for Wood with Nanodispersed Silica

Pokrovskaya Elena N. (Moscow). Doctor of Sciences in Technology. Department of Integrated Safety in Construction of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow. NRU MGSU). E-mail: elenapokrovskaya@bk.ru

Poltarukha Oleg P. (Moscow). Candidate of of Sciences in Biology. Laboratory of Tropical Technologies of the Institute of Problems of Ecology and Evolution. A.N. Severtsov RAS (33, Leninsky prosp., Moscow, 119071. IEE RAS). E-mail: poltarukha@rambler.ru

The possibility of creating sandwich fire- and bio-protective coatings by soft surface modification of wood based on phosphorus-containing compounds and nanodispersed silica has been investigated. Nitrilotrimethylphosphonic acid $C_3H_{12}NO_9P_3$, hereinafter NTP, was chosen as an organophosphorus modifier. Monoammonium phosphate $NH_4H_2PO_4$ was chosen as a phosphorus-containing inorganic modifier. Polyacrylamide of the composition $(CH_2CHCONH_2)_n$ (magnoflok) was also used to create a coating on the surface of some samples.

During laboratory tests, the fire-hazardous properties of the samples according to GOST 27484-87, their water absorption according to GOST 16483.20-72, mycological resistance according to GOST 9.048-89 were evaluated, and the marginal wetting angle of the surface of the samples was determined.

The best characteristics of the studied ones were possessed by a sample coated with NTP, 40% + (Magnoflok + SiO_2 , 20%). This coating corresponds to the first class of fire-retardant efficiency according to GOST R 53292-2009, is mycological-resistant according to GOST 9.048-89, and also reduces the water absorption of wood according to GOST 16483.20-72 by 2 times. Also, this coating to some extent increases the hydrophobicity of the surface, for its greater increase it is advisable to apply an additional layer consisting of hydrophobizers on top of this coating.

Keywords: wood modification, fire protection, mycological resistance, nanodisperse silica

For citation. Pokrovskaya E.N., Poltarukha O.P. Fire- and Bio-Protective Sandwich Coatings for Wood with Nanodispersed Silica. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 145–152, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-145-152.

Введение

Древесина широко распространена в строительстве. Она является возобновляемым природным материалом, характеризуется высокими физико-механическими свойствами при сравнительно низкой плотности, химической стойкостью, диэлектрическими качествами. Вместе с этим древесина является горючим материалом с высокой дымообразующей способностью. При этом по токсичности продуктов горения древесину относят к высокоопасным материалам. Указанные обстоятельства в значительной степени ограничивают применение древесины в строительстве.

Химические методы огнезащиты основаны на изменении структуры материала, воздействии на материал химических реагентов – ингибиторов газофазных реакций горения, воздействии на материал химических реагентов, влияющих на твёрдофазные процессы пиролиза [1].

Другими особенностями, ограничивающими применение древесины, является её подверженность разрушению под действием биологических агентов различной природы. Биологическое повреждение древесины обычно усиливается в условиях высокой влажности.

В НИУ МГСУ разработан метод мягкого поверхностного модифицирования древесины, при котором модификаторы вступают в химическое взаимодействие с компонентами лигноуглеводного комплекса при температуре 20–30 °C [2]. В качестве перспективных подходов к защите древесины предлагается создание двухслойных сэндвичевых покрытий [3]. При этом первый, внутренний слой должен образовывать ковалентные связи с компонентами поверхности древесины и вступать в адсорбционно химическое взаимодействие со вторым, наружным слоем. Распространёнными группами веществ, используемых для поверхностной модификации древесины, являются некоторые фосфор- и кремнийоргани-

ческие соединения [4, с. 5; 5; 6], соединения на основе бора [7]. Существуют публикации, посвящённые использованию для защиты древесины соединений фтора [8], хрома [9], мышьяка [10] и других элементов. Применение фосфорорганических соединений позволяет также придать древесине биозащитные и гидрофобные свойства, снизить её водопоглощение [3; 11].

Также перспективным является поверхностная модификация нанодисперсными модификаторами, что приводит к улучшению целого комплекса свойств, таких как влагозащитные, огнезащитные, биозащитные и т.д., либо к появлению дополнительных эксплуатационных и/или потребительских характеристик и свойств получаемых материалов [12]. В настоящее время в качестве таких модификаторов хорошо себя зарекомендовали углеродные нанотрубки. Было показано, что их включение в состав деревокомпозитных балок повышает их несущую способность, уменьшает деформативность, увеличивает трещиностойкость [13]. Применение углеродных нанотрубок в качестве антипиренов приводит к повышению термостойкости материалов. Даже небольшие их добавки значительно улучшают свойства огнезащитных покрытий [14; 15], что было использовано при разработке полифункциональных защитных систем для деревянных конструкций [16].

Другим перспективным модификатором является нанодисперсный золь кремнезёма. Его важными преимуществами могут считаться отсутствие токсичности и наличие высокой химической и физической устойчивости [17]. Данные качества позволяют рассматривать это вещество в качестве возможного модификатора поверхности древесины, повышающего её огнезащитные свойства. Исследования в области применения соединений на основе фосфора и кремния для защиты древесины ведутся уже длительное время. При этом, как правило, используются кремнийорганические соединения

[4; 18]. Вместе с тем публикации, посвящённые использованию для этой цели нанодисперсного золя кремнезёма, практически отсутствуют, а возможность создания сэндвичевых покрытий для древесины с участием фосфорорганических соединений и золя кремнезёма не исследована.

Целью настоящей работы была оценка возможности создания огне- и биозащитных покрытий для древесины на основе фосфорорсодержащих соединений и нанодисперсного кремнезёма.

Для проведения исследований использовались образцы заболони сосны. Заболонь – слой древесины, непосредственно прилегающий к коре и характеризующийся пониженной огнестойкостью, водостойкостью и биостойкостью. Поэтому именно заболонь является модельным объектом для проведения исследований средств защиты древесины. Поверхностная модификация осуществлялась коллоидным раствором нанодисперсного кремнезёма (SiO_2) Ludox TM40, диаметр частиц 22 нм. В качестве фосфорорганического модификатора была выбрана нитрилтриметилфосфоно-вая кислота $\text{C}_3\text{H}_{12}\text{NO}_9\text{P}_3$ (НТФ). Это вещество представляет собой бесцветный кристаллический сыпучий порошок, растворимый в воде, кислотах, щёлочах, не растворимый в органических растворителях. Как было показано ранее

[16], это вещество при поверхностной модификации придаёт древесине огнезащитные свойства.

В качестве фосфорорсодержащего неорганического модификатора в проведённом исследовании использовался моноамонийфосфат $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – растворимый в воде.

В ходе создания покрытия на поверхности опытных образцов использовался магнофлок Magnofloc 3127 – полиакриламид состава $(\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$, хорошо растворимый в воде.

Обработка образцов проходила при температуре около 20 °С и нормальном атмосферном давлении. При этом на основе перечисленных модификаторов создавались разные сэндвичевые покрытия, компоненты которых наносились послойно. Расход при нанесении рабочих растворов составлял для первого слоя каждого компонента 80–85 г/м², для второго – 170–180 г/м², для третьего – 300–310 г/м². Сушка образцов проводилась при температуре 25 °С в течение 10 суток. Данные о составе покрытий приведены в таблице 1.

Полученные образцы исследовались на пожароопасность, гидрофобные свойства, водопоглощение и микологическую стойкость.

Исследование пожароопасных свойств опытных образцов проводилось по ГОСТ 27484-87¹. Цель испытания заключалась в подтверждении двух условий: 1 – при определённых условиях образец не воспламеняется; 2 – горючий элемент образца, который может быть воспламенён от пламени горелки, имеет ограниченные продолжительность горения и степень повреждения, а также не способствует распространению загорания, вызванного открытым пламенем или отделением от него горящих и раскалённых частиц. В ходе испытаний оценивалась продолжительность горения образца, а также потеря его массы после окончания горения.

Исследования водопоглощения опытных образцов проводились по ГОСТ 16483.20-72². Водопоглощение древесины существенно влияет на её долговечность, поскольку в присутствии влаги происходит поверхностное гидролитическое разрушение поверхности древесины. Также влажная древесина создаёт благоприятную среду обитания для развития различных биоразрушителей, в первую очередь дереворазрушающих грибов. Таким образом, снижение водопоглощения древесины повышает долговечность изготовленных из неё конструкций. В ходе исследования были получены зависимости водопоглощения опытного образца от времени его экспозиции.

Определение краевого угла смачивания опытных образцов проводили методом нейтральной капли. Придание поверхности древесины гидрофобных свойств, что проявляется в повышении краевого угла смачивания, способствует снижению водопоглощения.

Таблица 1. Состав покрытий опытных образцов

№	Образец	Количество слоёв
1	Древесина (контроль).	-
2	SiO_2 , 10%	3
3	SiO_2 , 20%	3
4	SiO_2 , 40%	3
5	Магнофлок	3
6	Магнофлок + SiO_2 , 20%	2+2
7	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10%	3
8	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 20%	3
9	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + SiO_2 , 10%	2+2
10	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + SiO_2 , 20%	2+2
11	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + SiO_2 , 40%	2+2
12	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + Магнофлок	2+2
13	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%)	2+2
14	НТФ, 10%	3
15	НТФ, 10% + SiO_2 , 40%	2+2
16	НТФ, 10% + Магнофлок	2+2
17	НТФ, 10% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%)	2+2
18	НТФ, 20% + SiO_2 , 40%	2+2
19	НТФ, 40% + SiO_2 , 20%	2+2
20	НТФ, 40% + SiO_2 , 40%	2+2
21	НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%)	2+2

¹ ГОСТ 27484-87 «Испытание на пожароопасность. Методы испытаний. Испытание горелкой с игольчатым пламенем» (<http://vsegost.com/Catalog/19/19801.shtml>).

² ГОСТ 16483.20-72. «Древесина. Метод определения водопоглощения» (<http://vsegost.com/Catalog/26/26657.shtml>).

Исследования микологической стойкости опытных образцов проводилось по ГОСТ 9.048-89³. При этом поверхность образцов заражали суспензией спор грибов *Aspergillus niger* Tiegh., 1867; *A. terreus* Thom, 1918; *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Lowenthal) G. Arnaud, 1918; *Paecilomyces variotii* Bainier, 1907; *Penicillium funiculosum* Thom, 1910; *P. ochrochloron* Biourge, 1923; *Scopulariopsis brevicaulis* (Sacc) Bainier, 1907; *Trichoderma viride* Pers., 1794. Дополнительно в суспензию были добавлены споры дереворазрушающих грибов *Serpula lacrimans* (Wulfen) Schroet, 1885 и *Antrodia sinuosa* (Fr.) P. Karst., 1881. Затем в соответствии с ГОСТ 9.048-89 производилась экспозиция образцов в благоприятных для

развития грибов условиях и оценка степени роста грибов по пятибалльной шкале.

Результаты исследований

Ниже в таблицах 2–5 приведены результаты исследований свойств опытных образцов.

Огнезащитные свойства

Как следует из результатов испытаний, обработка древесины нанодисперсным золем кремнезёма, магнофломом, а также их смесью не приводит к повышению её огнезащитных свойств. Использование в качестве одного из компонентов покрытия фосфорсодержащих соединений, напротив, существенно увеличивает огнезащищённость древесины. Как продемонстрировали испытания, для значительной части таких покрытий потеря массы образца не превышала 9%, что соответствует первому классу огнезащитной эффектив-

³ ГОСТ 9.048-89 «Единая система защиты от коррозии и старения. Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов» (<http://vsegost.com/Catalog/28/28597.shtml>).

Таблица 2. Результаты оценки огнезащитных свойств образцов по ГОСТ 27484-87

№	Состав образца	Продолжительность горения, т, с.	Потеря массы, Δm, %
1	немодифицированная древесина (контроль).	100	62
2	SiO ₂ , 10%	96	84
3	SiO ₂ , 20%	120	67
4	SiO ₂ , 40%	100	62
5	Магнофлок	120	78
6	Магнофлок + SiO ₂ , 20%	120	71
7	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10%	0	8
8	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 20%	0	6,1
9	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 10%	3	10,4
10	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 20%	27	16,8
11	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 40%	0	8,6
12	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + Магнофлок	2	4,6
13	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	1	9
14	НТФ, 10%	1	7,6
15	НТФ, 10% + SiO ₂ , 40%	5	11,3
16	НТФ, 10% + Магнофлок	4	8,3
17	НТФ, 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	0	9,2
18	НТФ, 20% + SiO ₂ , 40%	0	8,2
19	НТФ, 40% + SiO ₂ , 20%	0	5,8
20	НТФ, 40% + SiO ₂ , 40%	0	6,8
21	НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	1	3,8

Таблица 4. Результаты определения краевого угла смачивания опытных образцов методом нейтральной капли

№	Состав образца	Краевой угол смачивания, °
1	немодифицированная древесина (контроль).	28,00
2	SiO ₂ , 10%	17,85
3	SiO ₂ , 20%	9,51
4	SiO ₂ , 40%	7,35
5	Магнофлок	74,00
6	Магнофлок + SiO ₂ , 20%	11,55
7	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10%	45,03
8	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 20%	63,86
9	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 10%	19,07
10	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 20%	22,97
11	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 40%	17,69
12	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + Магнофлок	44,50
13	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	24,86
14	НТФ, 10%	61,19
15	НТФ, 10% + SiO ₂ , 40%	26,71
16	НТФ, 10% + Магнофлок	74,11
17	НТФ, 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	45,78
18	НТФ, 20% + SiO ₂ , 40%	21,54
19	НТФ, 40% + SiO ₂ , 20%	29,69
20	НТФ, 40% + SiO ₂ , 40%	38,12
21	НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	37,01

ности по ГОСТ Р 53292-2009. Хотя сама по себе обработка нанодисперсным кремнезёмом и магнофлоком и не приводит к повышению огнезащитных свойств древесины, их добавление в состав фосфорсодержащего покрытия в ряде случаев способствует повышению этих свойств. При этом важным

оказался порядок нанесения компонентов покрытия. Лучшие результаты достигались когда фосфорсодержащий компонент составлял его внутренний слой. В целом по результатам испытаний лучшие результаты показало покрытие состава НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO₂, 20%).

Таблица 3. Результаты оценки водопоглощения опытных образцов по ГОСТ 16483.20-72

№	Состав образца	Водопоглощение, %							
		1 час	1 сутки	4 суток	5 суток	6 суток	7 суток	18 суток	20 суток
1	немодифицированная древесина (контроль).	33,0	49,0	71,9	78,8	84,2	87,9	106,3	109,0
2	SiO ₂ , 10%	19,4	53,2	62,0	66,0	69,2	72,9	93,5	94,9
3	SiO ₂ , 20%	18,1	50,8	59,5	63,5	67,8	70,0	90,6	91,8
4	SiO ₂ , 40%	16,3	47,6	56,5	60,2	64,0	67,5	87,8	88,9
5	Магнофлок	9,2	25,5	36,9	41,6	46,9	51,0	78,4	79,9
6	Магнофлок + SiO ₂ , 20%	8,0	22,7	31,5	34,4	38,9	41,0	68,2	69,6
7	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10%	6,0	21,0	30,9	33,5	38,4	41,0	65,7	66,6
8	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 20%	6,0	20,6	30,7	33,5	37,5	40,0	63,8	64,5
9	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 10%	21,1	46,9	56,5	62,4	66,3	70,0	96,4	97,9
10	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 20%	16,8	42,0	52,6	57,9	62,3	67,0	91,1	93,0
11	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 40%	16,9	42,5	51,8	55,9	58,0	60,4	80,3	81,2
12	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + Магнофлок	6,6	20,4	31,8	34,6	38,4	41,9	62,4	64,0
13	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	5,8	18,5	28,7	32,0	35,2	38,5	58,0	59,4
14	НТФ, 10%	22,1	54,0	64,8	70,6	75,9	80,0	99,5	101,1
15	НТФ, 10% + SiO ₂ , 40%	15,5	40,2	51,5	57,9	62,5	65,6	89,4	90,0
16	НТФ, 10% + Магнофлок	13,1	46,9	56,9	60,6	63,0	66,5	83,4	84,9
17	НТФ, 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	7,0	23,8	34,6	38,5	41,4	44,5	71,0	72,9
18	НТФ, 20% + SiO ₂ , 40%	17,5	42,6	50,3	55,7	59,0	62,9	78,7	79,0
19	НТФ, 40% + SiO ₂ , 20%	5,6	19,4	28,3	30,0	33,7	36,3	57,9	58,2
20	НТФ, 40% + SiO ₂ , 40%	5,8	20,7	31,8	34,5	38,4	38,7	62,0	63,8
21	НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	4,8	15,4	25,6	28,9	31,0	33,5	49,6	50,2

Таблица 5. Результаты оценки микологической стойкости опытных образцов по ГОСТ 9.048-89

№	Состав образца	Внешний вид после испытаний	Биостойкость	
			Балл	%
1	немодифицированная древесина (контроль).	Мицелий и спороношение грибов на 80-85% площади образца	5	0
2	SiO ₂ , 20%	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100
3	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + SiO ₂ , 10%	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100
4	NH ₄ H ₂ PO ₄ , 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100
5	НТФ, 10%	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100
6	НТФ, 10% + (Магнофлок + SiO ₂ , 20%)	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100
7	НТФ, 20% + SiO ₂ , 40%	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100
8	SiO ₂ , 20% + НТФ, 20%	Отсутствие конидий и проросших спор грибов	0	100

Водопоглощение

Как следует из полученных данных, любое модифицирование древесины в той или иной степени снижало её водопоглощение. При этом модифицирование древесины сосны нанодисперсным золев кремнезёма во всех исследованных концентрациях; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + SiO_2 , 10%; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + SiO_2 , 20%; 10% раствором НТФ; НТФ, 10% + SiO_2 , 40% снизило водопоглощение не более, чем на 20% относительно немодифицированной древесины. Модифицирование составами Магнофлок; Магнофлок + SiO_2 , 20%; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10%; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + SiO_2 , 40%; НТФ, 10% + Магнофлок; НТФ, 10% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%) и НТФ, 20% + SiO_2 , 40% обеспечило снижение водопоглощения до 40%. Использование в качестве модификаторов $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 20%; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + Магнофлок; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%); НТФ, 40% + SiO_2 , 20%; НТФ, 40% + SiO_2 , 40% и НТФ, 40% + (Магнофлок + SiO_2 , 20%) позволило снизить водопоглощение более, чем на 40%, причем последнее покрытие обеспечило снижение водопоглощения более, чем в два раза.

Краевой угол смачивания

Как следует из полученных результатов, к повышению краевого угла смачивания приводит поверхностное модифицирование образцов соединением магнофлок, а также фосфорсодержащими соединениями. При этом покрытие поверхности образца коллоидным раствором нанодисперсного кремнезёма, наоборот, приводило к уменьшению краевого угла смачивания, а, следовательно, и гидрофобных свойств покрытия. Таким образом, целесообразно поверх слоя нанодисперсного кремнезёма наносить слой, состоящий из гидрофобизаторов.

Микологическая стойкость

Как следует из полученных результатов, исследованные покрытия на основе азотсодержащих соединений и нанодисперсного кремнезёма обеспечивают высокую степень защиты древесины от микологических повреждений.

Заключение

Проведёнными исследованиями показано, что сэндвичевые покрытия на основе фосфорорганических соединений, нанодисперсного золя кремнезёма и полиакриламида при поверхностном модифицировании огнезащитные, биозащитные и гидрофобные свойства. При этом из исследованных образцов лучшими характеристиками обладал образец с покрытием нитрилотриметилфосфоновой кислотой, 40% + (полиакриламид состава $(\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$ + нанодисперсный золь кремнезёма, 20%). По своим характеристикам это покрытие соответствует первому классу огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53292-2009, является грибостойким по ГОСТ 9.048-89, а также снижает водопоглощение древесины по ГОСТ 16483.20-72 в два раза.

Список источников

1. *Страхов, В.Л.* Огнезащита строительных конструкций / В.Л. Страхов, А.М. Крутов, Н.Ф. Давыдкин. – Москва : ТИМР, 2000. – 433 с. – Текст : непосредственный.

2. *Покровская, Е.Н.* Получение биостойких материалов при поверхностной модификации древесины / Е.Н. Покровская. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 636–640.

3. *Покровская, Е.Н.* Сэндвичевые покрытия по древесине с использованием нанокмозитов / Е.Н. Покровская, И.Н. Чистов, Р.А. Шепталин. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2010. – № 7. – С. 78–83.

4. *Покровская, Е.Н.* Возможности применения фосфор-, кремнийсодержащих защитных составов для древесины / Е.Н. Покровская, Т.Г. Бельцова, Н.В. Великанова. – Текст : непосредственный // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Защита древесины и целлюлозосодержащих материалов от биоповреждений». Рига, 27 октября 1989. – Рига : Институт химии древесины АН Латвийской ССР, 1989. – 266 с.

5. *Покровская, Е.Н.* Использование олигофурфурилоксисилоксана для повышения прочности деградированной древесины / Е.Н. Покровская, И.Н. Мельникова, В.И. Сидоров. – Текст : непосредственный // Химия древесины. – 1994. – № 1. – С. 42–45.

6. *Балакин, В.М.* Азот-фосфоросодержащие антипирены для древесины и древесных композиционных материалов (литературный обзор) / В.М. Балакин, Е.Ю. Полищук. – Текст : непосредственный // Пожаровзрывобезопасность. – 2008. – Т. 17, № 2. – С. 43–51.

7. *Ermeidan, M.* The Combined Effects of Boron and Polymer Modification on Decay Resistance and Properties of Wood / M. Ermeidan, D.E. Tomak. – Текст : электронный // Proceedings of the 16th International Material Symposium. – Denizli, 2016. – pp. 1574–1581. – URL: https://www.researchgate.net/publication/312096054_The_Combined_Effects_of_Boron_and_Polymer_Modification_on_Decay_Resistance_and_Properties_of_Wood (дата обращения 25.08.2023).

8. Low Fluorinated Oligoamides for Use as Wood Protective Coating / Y. Zhang, L. Vespignani, M.G. Balzano [и др.]. – Текст : электронный // Coatings MDPI. – 2022. – № 12 (7). – p. 927. – URL: https://www.researchgate.net/publication/361723529_Low_Fluorinated_Oligoamides_for_Use_as_Wood_Protective_Coating (дата обращения 25.08.2023).

9. Fixation of Chromium in Wood from Trivalent Chromium Salt Solutions / F. Jorge, T. Santos, J.P. Jesus, W.B. Banks. – Текст : электронный // Holzforschung. – 1999. – № 53. – pp. 465–473. – URL: https://www.researchgate.net/publication/240749855_Fixation_of_Chromium_in_Wood_from_Triivalent_Chromium_Salt_Solutions (дата обращения 25.08.2023).

10. *Humphrey, D.* The Chemistry of chromated Copper Arsenate Wood Preservative / D. Humphrey. – Текст : электронный // Reviews in Inorganic Chemistry. – 2002. – № 22. – pp. 1–40. – URL: https://www.researchgate.net/publication/280014814_The_chemistry_of_chromated_copper_arsenate_wood_preservative (дата обращения 25.08.2023).

11. *Покровская, Е.Н.* Получение гидрофобных биостойких материалов при поверхностной модификации древесины /

Е.Н. Покровская. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2008. – № 3. – С. 91–96.

12. Смирнов, А.Н. Определения и классификация нанотехнологий и не только / А.Н. Смирнов. – Текст : непосредственный // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. – № 1 (83). – С. 78–81.

13. Исследования древокомпозитных конструкций с применением эпоксидных олигомеров, модифицированных углеродными нанотрубками / С.И. Рощина, М.С. Сергеев, А.В. Лукина, М.С. Лисятников. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 2. – С. 189–192.

14. Чернышева, Д.А. Анализ современных огнезащитных средств для деревянных конструкций / Д.А. Чернышева. – Текст : непосредственный // Сборник статей IX Международной научно-практической конференции «Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее»: В 3-х частях : Ч. 1. Пенза, 10 сентября 2017 г. – Пенза : Наука и просвещение, 2017. – 260 с. – С. 101–103.

15. Огнестойкость деревянных конструкций / В.И. Рябова, Н.О. Дериглазова, А.А. Чернышев, А.А. Вершинин. – Текст : непосредственный // Научные вести. – 2018. – № 5. – С. 367–375.

16. Покровская, Е.Н. Разработка наномодифицированных полифункциональных защитных систем для деревянных конструкций / Е.Н. Покровская. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2021. – № 1. – С. 59–66.

17. Шабанова, Н.А. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезёма / Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов. – Москва : Академкнига, 2004. – 208 с. – Текст : непосредственный.

18. Влияние некоторых добавок на характер распределения полиэтиленгидридсилоксана в древесине / П.В. Великанова, Г.Н. Мышелова, Е.Н. Покровская, В.И. Сидоров. – Текст : непосредственный // Химия древесины. – 1989. – № 6. – С. 100–103.

References

1. Strahov V.L., Krutov A.M., Davydkin N.F. Ogneshchita stroitel'nykh konstruktsii [Fire Protection of Building Structures]. Moscow, TIMR Publ., 2000, 433 p. (In Russ.)

2. Pokrovskaya E.N. Poluchenie biostoikikh materialov pri poverkhnostnoi modifikatsii drevesiny [Research of Bioproof Materials at Superficial Modification of Wood]. In: *Vestnik MGSU*, 2011, no. 7, pp. 636–640. (In Russ., abstr. in Engl.)

3. Pokrovskaya E.N., Chistov I.N., Sheptalin R.A. Sendvicheve pokrytiya po drevesine s ispol'zovaniem nanokompozitov [Sandwich Coatings on Wood Using Nanocomposites]. In: *Stroitel'nye materialy [Construction Materials]*, 2010, no. 7, pp. 78–83. (In Russ.)

4. Pokrovskaya E.N., Belcova T.G., Velikanova N.V. Vozmozhnosti primeniya fosfor-, kremniisoderzhashchikh zashchitnykh sostavov dlya drevesiny [Possibilities of Application of Phosphorus-, Silicon-Containing Protective

Compounds for Wood]. In: *Tezisy dokladov Vsesoyuznoi konferentsii «Zashchita drevesiny i tsellyulozosoderzhashchikh materialov ot biopovrezhdenii» [Abstracts of the All-Union Conference "Protection of Wood and Cellulose-Containing Materials from Bio-Damage"]*, Riga, October 27, 1989. Riga Institute of Wood Chemistry of the Academy of Sciences of the Latvian SSR Publ., 1989, 266 p., p. 26. (In Russ.)

5. Pokrovskaya E.N., Melnikova I.N., Sidorov V.I. Ispol'zovanie oligofurfuriloksisiloksana dlya povysheniya prochnosti degradirovannoi drevesiny [The Use of Oligofurfuryloxysiloxanes to Increase the Strength of Degraded Wood]. In: *Khimiya drevesiny*, 1994, no. 1. pp. 42–45. (In Russ.)

6. Balakin V.M., Polishchuk E. YU. Azot-Fosforosoderzhashchie Antipireny dlya drevesiny i drevesnykh kompozitsionnykh materialov (literaturnyi obzor) [Nitrogen-Phosphorus-Containing Flame Retardants for Wood and Wood Composite Materials (literature review)]. In: *Pozharovzryvobezopasnost'*, 2008, V. 17, no. 2, pp. 43–51. (In Russ.)

7. Ermeydan M., Tomak D.E. The Combined Effects of Boron and Polymer Modification on Decay Resistance and Properties of Wood. In: *Proceedings of the 16th International Material Symposium*. Denizli, 2016. pp. 1574–1581. – URL: https://www.researchgate.net/publication/312096054_The_Combined_Effects_of_Boron_and_Polymer_Modification_on_Decay_Resistance_and_Properties_of_Wood (Accessed 08/25/2023). (In Engl.)

8. Zhang Y., Vespignani L., Balzano M.G., Bellandi L., Camaiti M., Lubin-Germain N., Salvini A. Low Fluorinated Oligoamides for Use as Wood Protective Coating. In: *Coatings MDPI*, 2022, no. 12 (7), pp. 927. URL: https://www.researchgate.net/publication/361723529_Low_Fluorinated_Oligoamides_for_Use_as_Wood_Protective_Coating (Accessed 08/25/2023). (In Engl.)

9. Jorge F., Santos T., Jesus J.P., Banks W.B. Fixation of Chromium in Wood from Trivalent Chromium Salt Solutions. In: *Holzforschung*, 1999, no. 53, pp. 465–473. URL: https://www.researchgate.net/publication/240749855_Fixation_of_Chromium_in_Wood_from_Trivalent_Chromium_Salt_Solutions (Accessed 08/25/2023). (In Engl.)

10. Humphrey D. The Chemistry of Chromated Copper Arsenate Wood Preservative. In: *Reviews in Inorganic Chemistry*, 2002, no. 22, pp. 1–40. URL: https://www.researchgate.net/publication/280014814_The_chemistry_of_chromated_copper_arsenate_wood_preservative (Accessed 08/25/2023). (In Engl.)

11. Pokrovskaya E.N. Poluchenie gidrofobnykh biostoikikh materialov pri poverkhnostnoi modifikatsii drevesiny [Producing Hydrophobic Biostable Materials under Surface Wood Modification]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal [Russian Forest Journal]*, 2008, no. 3, pp. 92–97. (In Russ., abstr. in Engl.)

12. Smirnov A.N. Opredeleniya i klassifikatsiya nanotekhnologii i ne tol'ko [Definitions and Classification of Nanotechnologies and Not Only]. In: *Vestnik Kubanskogo*

gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2011, no 1 (83), pp. 81–84. (In Russ.)

13. Roshchina S.I., Sergeev M.S., Lukina A.V., Lisyatnikov M.S. Issledovaniya derevokompozitnykh konstruksii s primeneniem epoksidnykh oligomerov, modifitsirovannykh uglerodnymi nanotrubkami [Study of Composite Structures with Modified Epoxy Oligomers Carbon Nanotubes]. In: *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya [Scientific and Technical Volga Region Bulletin]*, 2013, no 2, pp. 189–192. (In Russ., abstr. in Engl.)

14. Chernysheva D.A. Analiz sovremennykh ogneshchitnykh sredstv dlya derevyannykh konstruksii [Analysis of Modern Flame Retardants for Wooden Structures]. In: *Nauka i obrazovanie: sokhranyaya proshloe, sozdaem budushchee [Science and Education: Preserving the Past, We Create the Future]*, Collection of articles of the IX international scientific and practical conference, in 3 parts, Part 1, Penza, September 10, 2017. Penza, Nauka i prosveshchenie Publ., 2017, Part 1, pp. 101–103. (In Russ.)

15. Ryabova V.I., Deriglazova N.O., Chernyshev A.A., Vershinin A.A. Ognestojkost' derevyannykh konstruksij [Fire Resistance of Wooden Structures]. In: *Nauchnye vesti*, 2018, no 5, pp. 367–375. (In Russ.)

16. Pokrovskaya E.N. Razrabotka nanomodifitsirovannykh polifunktsionalnykh zashchitnykh sistem dlya derevyannykh konstruksij [Development of Nanomodified Multifunctional Protective Systems for Wooden Structures]. In: *Vestnik MGSU*, 2021, no. 1, pp. 59–66. (In Russ., abstr. in Engl.)

17. Shabanova N.A., Sarkisov P.D. Osnovy zol-gel tekhnologii nanodispersnogo kremnezema [Fundamentals of Sol-Gel Technology of Nanodispersed Silica]. Moscow, Akademkniga Publ., 2004, 208 p. (In Russ.)

18. Velikanova P.V., Myshelova G.N., Pokrovskaya E.N., Sidorov V.I. Vliyanie nekotorykh dobavok na kharakter rapredeleniya poliehtilengidridsiloksana v drevesine [The Effect of Some Additives on the Nature of the Distribution of Polyethylene Hydride Siloxane in Wood]. In: *Khimiya drevesiny*, 1989, no 6. pp. 100–103. (In Russ.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 153–158.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 153–158.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 624.075

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-153-158

Прогрессирующее обрушение: факты, возможные причины, оценка методов анализа по расходу материалов

Абдуллах Хуссейн (Екатеринбург). Кафедра САПР объектов строительства Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19. УрФУ). Эл. почта: hussein.abdallah.1996@gmail.com

Алехин Владимир Николаевич (Екатеринбург). Кандидат технических наук, доцент. Кафедра САПР объектов строительства Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19. УрФУ). Эл. почта: referetsf@yandex.ru

Плетнёв Максим Валерьевич (Екатеринбург). Кандидат технических наук. Кафедра САПР объектов строительства Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19. УрФУ). Эл. почта: pletnev.mv@yandex.ru

Аннотация. В этой статье представлен обзор причин, механизмов и последствий прогрессирующего обрушения конструкций. В статье также обсуждаются различные стратегии проектирования и меры по смягчению последствий, которые можно использовать для предотвращения или минимизации риска прогрессирующего обрушения в соответствии с различными спецификациями и стандартами. Также в статье будут описаны некоторые примеры отказов и причин, приведших к полному или частичному обрушению конструкций, будет проведён сравнительный анализ различных методов расчёта на основе трёхмерной численной модели 11-этажного здания с металлическим каркасом, их оценка с точки зрения расхода материалов.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, металлические конструкции, жёсткость, устойчивость конструкций, Лира-софт

Для цитирования. Абдуллах Х., Алехин В.Н., Плетнёв М.В. Прогрессирующее обрушение: факты, возможные причины, оценка методов анализа по расходу материалов // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 153–158. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-153-158.

Progressive Collapse: Facts, Potential Causes, Evaluation of Analysis Methods by Materials Consumption

Abdullah Hussein (Ekaterinburg). Department of CAD Systems in Civil Engineering of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin (620002, 19 Mira street, Ekaterinburg, Russia. UrFU). E-mail: hussein.abdallah.1996@gmail.com

Alekhin Vladimir N. (Ekaterinburg). Candidate of Sciences in Technology, Professor. Department of CAD Systems in Civil Engineering of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin (620002, 19 Mira street, Ekaterinburg, Russia. UrFU). E-mail: referetsf@yandex.ru

© Абдуллах Х., Алехин В.Н., Плетнёв М.В., 2023.

Статья написана по материалам доклада на VIII Международном симпозиуме «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений». Россия, Тамбов, 17–21 мая 2023 года

Pletnev Maxim V. (Ekaterinburg). Candidate of Sciences in Technology, Professor. Department of CAD Systems in Civil Engineering of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (620002, 19 Mira street, Ekaterinburg, Russia. UrFU). E-mail: pletnev.mv@yandex.ru

Abstract. This article provides an overview of progressive collapse in structures, including its causes, mechanisms, and consequences. The article also discusses various design strategies and mitigation measures that can be employed to prevent or minimize the risk of progressive collapse according to different specifications and standards. Also, the article will provide some examples of this kind of failure and the causes which led to full or partial collapse of the structures. Finally, will be carried out comparative analysis of various analysis methods based on a 3D numerical model for a 11-story steel structure, their evaluation by materials consumption.

Keywords: progressive collapse, steel structures, rigidity, stability of structures, Lira soft

For citation. Abdullah H., Alekhin V.N., Pletnev M.V. Progressive Collapse: Facts, Potential Causes, Evaluation of Analysis Methods by Materials Consumption. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 153–158, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-153-158.

Введение

Интерес к прогрессирующему обрушению возник после знаменитого обрушения в 1968 году здания «Ронан Пойнт» (Ronan Point) (рис. 1), построенного из сборного железобетона. Оно частично обрушилось после взрыва газа на кухне 18-го этажа. Взрывом вынесло наружную стеновую панель, затем обрушение распространилось вверх на крышу и вниз почти до уровня земли.

После обрушения этого здания некоторые страны, таких как Великобритания и Канада, были приняты нормативные документы для предотвращения прогрессирующего обрушения. В 1976 году Британский строительный кодекс требовал, чтобы степень обрушения здания не превосходила (была соразмерна) первопричину. Нормативно-правовые акты требуют, чтобы проектируемые здания выдерживали непропорциональные отказы за счёт соединения элементов конструкции, добавления избыточных элементов и предполагаемые аномальные нагрузки. Считается, что учёт этих требований обеспечивает создание более прочных и пластичных конструкций, способных перераспределять нагрузки.

В 1980-е годы стандарты проектирования США (American National Standards Institute ANSI 1982) начали включать требования «общей структурной целостности», чтобы обеспечить номинальную устойчивость к прогрессирующему разрушению. В настоящее время типовые строительные нормы и стандарты США не содержат конкретных положений, обеспечивающих устойчивость к прогрессирующему обрушению. Однако некоторые стандарты на строительные материалы, такие как ACI 318 (ACI 2005 American Concrete Institute) и Руководство PCI Precast/Prestressed Concrete Institute для сборных железобетонных зданий с несущими стенами (PCI 1976 Precast/Prestressed Concrete Institute), содержат положения о минимальных уровнях структурной целостности.

Ещё одним известным случаем прогрессирующего обрушения сооружений, вызвавшим новую волну исследований в области надёжности зданий и сооружений и сделавшим более

популярным термин «прогрессирующее обрушение», является событие, произошедшее 11 сентября 2011 года в США – разрушение зданий Всемирного торгового центра в Нью-Йорке, произошедшее из-за теракта (рис. 2). Результатом анализа этих событий стала разработка дополнительных требований к надёжности зданий и сооружений и соответствующих рекомендаций по расчёту и проектированию [1].

Сравнение российских и зарубежных норм проектирования для защиты от прогрессирующего обрушения

Первым нормативным документом Российской Федерации, установившим чёткие границы рекомендаций и необходимость расчётов на прогрессирующее обрушение, стал Федеральный закон № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»¹. Данным нормативным актом впервые вводится понятие механической безопасности зданий, определяющее её как «состояние строительных конструкций и основания здания

¹ <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-30122009-n-384-fz-tekhnicheskii/>.

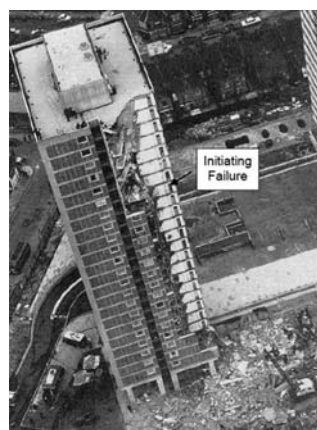


Рис. 1. Обрушение здания Ronan Point (источник: [1])



Рис. 2. Момент столкновения самолета UA-175 с WTC 2 (источник: [1])

или сооружения, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений вследствие разрушения или потери устойчивости здания, сооружения или их части», и устанавливаются общие условия соблюдения требований механической безопасности строительных конструкций, полностью соответствующих основным принципам Градостроительного кодекса Российской Федерации, а также необходимость принятия специальных мер, в том числе по выбору материалов и конструктивных решений, не приводящих к прогрессирующему обрушению в аварийной ситуации, указаны в [I–III].

Основные положения по проектированию зданий и сооружений различных конструктивных систем для обеспечения их защиты от прогрессирующего обрушения рассмотрены в действующем СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Нормы проектирования. Основные положения» [IV].

В зарубежных нормативных документах расчёт на прогрессирующее разрушение обязателен. Одними из действующих норм, согласно которым в США осуществляется проектирование зданий, устойчивых к прогрессирующему обрушению, являются UFC 4-023-03 «Унифицированные критерии сооружений. Проектирование зданий, устойчивых к прогрессирующему обрушению» [V] и GSA «Альтернативный путь». Руководство по анализу и проектированию для защиты от прогрессирующего обрушения» [VI]. Сфера применения UFC – это в основном объекты Минобороны и

других правоохранительных органов, GSA – федеральные административные здания и крупные проекты модернизации. В UFC 2016 конструкции делятся на четыре группы риска. В ASCE 7-16 [VII] категории риска зависят от количества людей, чья жизнь может оказаться под угрозой или чьё благополучие пострадает в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Великобритания была первой страной, включившей в свои стандарты положение о прогрессирующем обрушении. Необходимость в такого рода правилах возникла после частичного обрушения здания «Ронан-Пойнт». Общая информация о том, как спроектировать конструкцию, не подверженную прогрессирующему обрушению, приведена в BS 6399 [VIII], а конкретные положения для стальных, бетонных и каменных конструкций приведены в BS 5950 [IX], BS 8110 [X] и BS 5628 [XI] соответственно.

В таблице 1 показаны некоторые сравнительные аспекты анализа прогрессирующего обрушения по российским и американским нормам.

Сравнение методов расчёта по СП 385 и GSA (UFC) по расходу материалов

Для экспериментальной части была построена трёхмерная полномасштабная конечно-элементная модель 11-этажного здания с металлическим каркасом и композитными стальными перекрытиями (рис. 3). Анализ выполнен в программе Лира нелинейным статическим методом (квазистатическим).

Для нелинейного анализа были применены нелинейные свойства материалов для стали S345 и бетона B25 с арматурными стержнями из стали A500.

Таблица 1. Сравнение российских и американских норм проектирования

Отдельные показатели норм проектирования	Нормативный документ		
	UFC	GSA	СП 385
Уровень защиты от прогрессирующего обрушения	RC I RC II RC III RC IV	FSL I и II FSL III и IV FSL V	KC-1 KC-2 KC-3
Методы расчёта	– линейный статический – нелинейный статический – нелинейный динамический		– кинематический – квазистатический – динамический
Место отказа	Наружные колонны/стены: средние по длинной стороне, средние по короткой стороне, угловые. Внутренние колонны/стены: средние по длинной стороне, средние по короткой стороне, угловые на любом этаже.		конкретного указания нет. (на любом этаже)
Нагрузка для статического расчёта	LIF или DIFx (1,2 D+0,5 L или 0,2 S) для площадей пола над удалённой колонной или стеной (1,2 D+0,5 L или 0,2 S) – для участков пола, удалённых от удалённой колонны или стены		(1,0D+0,5S+0,35L) – для всей конструкции
Нагрузка для динамического расчёта	1,2 D +(0,5 L или 0,2 S) – для всей конструкции		не регламентируется (используется комбинация для статического расчёта)

Модель включает нелинейное геометрическое поведение и нелинейные характеристики материала. Свойства материалов всех компонентов конструкционной стали моделировались с использованием модели упруго-пластического материала из СП 16.13330.2017 [XII]. Согласно СП 385.1325800.2018, включение нелинейности материала в модель программы Ли́ра требует использования зависимости истинного напряжения от пластической деформации, это должно быть определено из зависимости напряжение–деформация. Предполагается, что зависимость напряжения от деформации при сжатии и растяжении для стали одинакова. Классическая модель пластичности металлов определяет поведение после достижения предела текучести для большинства металлов. Ли́ра аппроксимирует плавное поведение материала при напряжении–деформации серией прямых линий, соединяющих заданные точки, определяющие данные, чтобы имитировать фактическое поведение материала.

Можно использовать любое количество точек. Таким образом, можно получить близкое приближение к реальному поведению материала. Материал будет вести себя как линейно-эластичный вплоть до достижения предела теку-

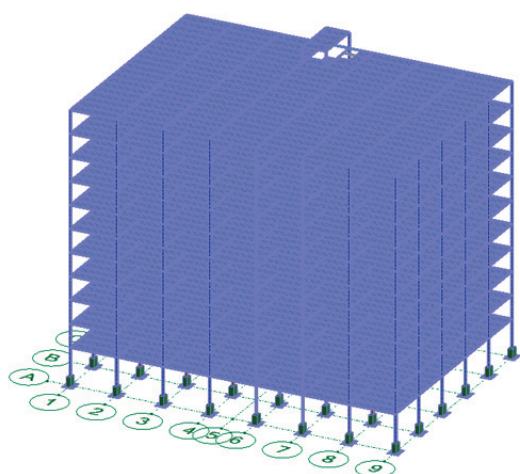


Рис. 3. Трёхмерная модель, используемая для расчёта на прогрессирующее обрушение. Рисунок авторов статьи

чести материала. После этого этапа он переходит в стадию деформационного упрочнения до достижения предельного напряжения (рис. 7).

Бетон был смоделирован с использованием модели пластичности бетона. Прочность на сжатие принималась номинальной – 18,5 МПа. Кривая текучести при сжатии принята как для типового бетона из СП 63.13330.2018 [XIII]. Напряжение растрескивания при растяжении принималось равным номинальному значению 1,55 МПа. После растрескивания при растяжении соотношение напряжение–деформация при растяжении смягчается, поскольку предполагается, что нагрузка передаётся на арматуру. Предел прочности бетона при растяжении после пластического растрескивания бетона не учитывается.

Согласно приложению Б СП 385 [IV], коэффициент динамического увеличения равен 2. Однако GSA рекомендует рассчитывать это значение по таблице № 5.

Для проведения расчёта было решено рассмотреть следующие сценарии отказов:

- удалена наиболее нагруженная колонна первого этажа по оси 2/Е (рис. 4).
- удалена наиболее нагруженная угловая колонна первого этажа по оси 1/А (рис. 5).
- удалена наиболее нагруженная колонна в районе середины длинной стороны первого этажа по оси 3/А (рис. 6).

Результаты

Результатами расчёта является определение усилий, моментов перемещения и мест образования пластических шарниров, которые не были выявлены в трёх сценариях обрушения. Результаты расчёта для каждого сценария обрушения представлены в таблице 2 и сравниваются со значениями первичной схемы (до разрушения).

Вывод

С помощью программного комплекса Ли́ра на примере трёхмерной модели с использованием нелинейного статического метода было показано поведение многоэтажных зданий при мгновенном удалении колонн. Модель учитывает

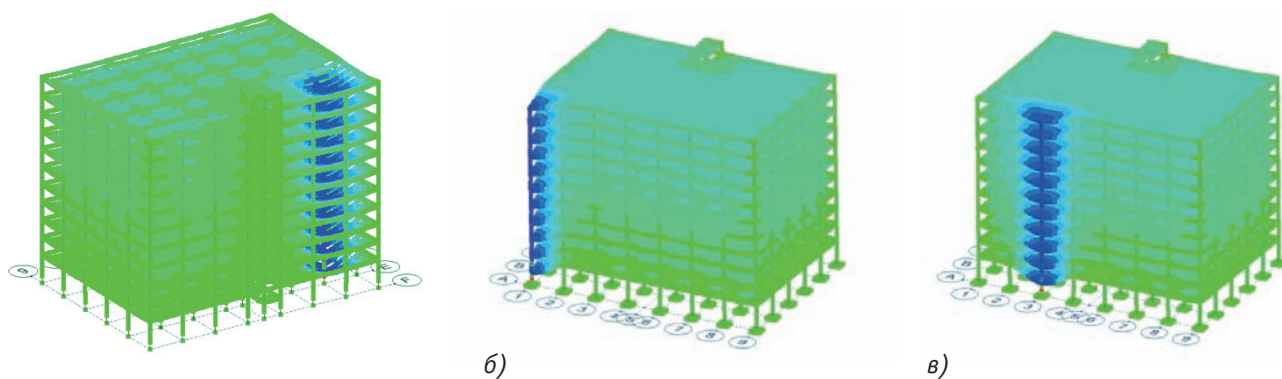


Рис. 4. Деформация конструкции: а) после первого сценария отказа; б) после второго сценария отказа; в) после третьего сценария отказа. Рисунок авторов статьи

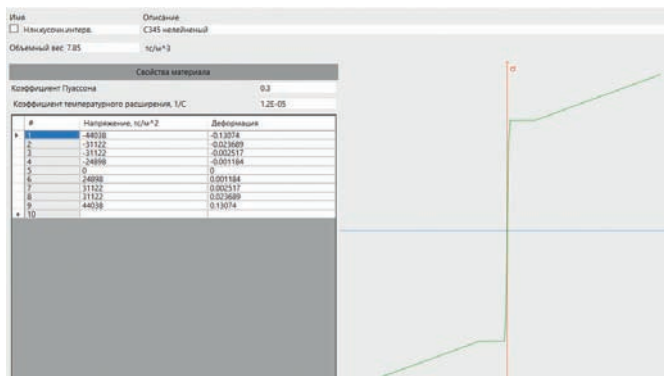


Рис. 5. Принимаемые свойства стали С345 в программном комплексе Лира

нелинейные характеристики материала и нелинейное геометрическое поведение.

Результаты показывают, что использование Руководства GSA [VI] даёт более экономичное решение для расчёта на прогрессирующее обрушение по сравнению с СП 385 [IV]. Можно сделать вывод, что расчёт по Руководству GSA обеспечивает значительную экономию материалов, так как значения результатов меньше, что свидетельствует о перерасходе материала.

Более того, было отмечено, что при расчёте на прогрессирующее обрушение особое внимание уделяется коэффициенту динамического увеличения (динамическому коэффициенту).

В настоящее время в Российской Федерации отсутствуют нормы, обосновывающие значение динамического коэффициента, чтобы его можно было принять в качестве исходных данных при расчёте. А так как коэффициент нигде не регулируется, определить его значение становится затруднительно.

Таким образом, анализ по Руководству GSA [VI] с использованием нелинейного статического метода даёт меньшие значения коэффициента динамического увеличения (динамического коэффициента) для различных сочетаний жёсткости сечения, которые были определены, – он не превышал значения 1,76. Из этого следует, что коэффициент динамического увеличения равный 2 (который используется в СП 385) показывает неточный результат – перерасход материалов.

Список нормативных источников и документов

I. [ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Москва : Стандартинформ, 2015.

II. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия. – Москва : Минстрой России, 2017.

III. СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования. – Москва : Минстрой России, 2016.

IV. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения. – Москва : Минстрой России, 2018.

V. UFC 4-023-03 (Including Change 3, 2016) Unified facilities criteria. Design of buildings to resist progressive collapse.

VI. GSA "Alternate path analysis & design guidelines for progressive collapse resistance". – October 2016.

VII. ASCE standard. SEI/ASCE 7-16 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. Washington, DC: American Society of Civil Engineers; 2016.

VIII. BS 6399, Part 1. Loading for buildings – Part 1: Code of Practice for Design and Construction. – London : British Standards Institution, 1996.

IX. BS 5950. Structural use of steelwork in building: Code of Practice for Design and construction. – London : British Standards Institution, 1990.

X. BS 8110, Part 1. Structural use of concrete. Part 1: Code of practice for design and construction. – London : British Standards Institution, 1997.

XI. BS 5628. Code of practice for use of masonry: Code of practice for design and construction. – London : British Standards Institution, 1992.

XII. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Москва : Минстрой России, 2017.

XIII. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения / ОАО «НИЦ «Строительство». – Москва, 2018.

Список источников

1. Bruce, R. Ellingwood. Best Practices for Reducing the Potential for Progressive Collapse in Buildings / Bruce R. Ellingwood, Robert Smilowitz, Donald O. Dusenberry, Dat Duthinh [et al.]. – U.S. Department of Commerce, 2007.

2. World Trade Center Building Performance Study: Data Collection, Preliminary Observations, and Recommendations. Federal Emergency Management Agency (FEMA), 403 /May 2002, New York.

3. Roytman, V.M. The Concept of Evaluation of Building Resistance against Combined Pazardous Effects "Impact-

Таблица 2. Результаты расчёта

Сценарий	Первичная схема			GSA(UFC)			СП 385		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3	№1	№2	№3
$N_{max}, \text{т}$	210,67	216,07	210,95	344,93	224,2	261,65	393,68	239,59	286,94
M_{max} в колонне, т.м	1,27	1,27	1,26	5,66	1,87	2,53	7,38	3,21	3,01
M_{max} в балке, т.м	2,77	2,78	2,78	19,29	9,71	11,99	23,17	10,95	13,99
перемещения Z, мм	5,57	5,49	4,99	44,4	36,98	35,21	48,9	40,05	39,28

Explosion-Fire" after Aircraft Crash / V.M. Roytman, H.J. Pasman, I.E. Lukashevich. – Текст : непосредственный // *Fire and Explosion Hazards : Proceedings of the Fourth International Seminar*, 2003. – Londonderry, NI, UK, pp. 283–293.

4. *Abruzzo, J.* Study of Mitigation Strategies for Progressive Collapse of a Reinforced Concrete Commercial Building / J. Abruzzo, A. Matta, G. Panariello. – Текст : электронный // *Journal of Performance of Constructed Facilities*. – 2006. – № 20 (4). – P. 384–390. – URL: https://www.researchgate.net/publication/239388140_Study_of_Mitigation_Strategies_for_Progressive_Collapse_of_a_Reinforced_Concrete_Commercial_Building (дата обращения 16.10.2023).

5. *Agarwal, J.* Vulnerability of Structural Systems / J. Agarwal, D. Blockley, N. Woodman. – Текст : электронный // *Structural Safety*. – 2003. – № 25. – P. 263–286. – URL: https://www.researchgate.net/publication/222334967_Vulnerability_of_structural_systems (дата обращения 16.10.2023).

6. *Agnew, E.* Dynamic Analysis Procedures for Progressive Collapse / E. Agnew, S. Marjanishvili. – Текст : электронный // *Structure magazine*. – 2006. – P. 24–27. – URL: https://www.researchgate.net/publication/288863166_Dynamic_analysis_procedures_for_progressive_collapse (дата обращения 16.10.2023).

7. *Baker, J.W.* On the Assessment of Robustness / J.W. Baker, M. Schubert, M.H. Faber. – Текст : электронный // *Structural Safety*. – 2008. – № 30. – P. 253–267. – URL: https://www.researchgate.net/publication/222334967_Vulnerability_of_structural_systems (дата обращения 16.10.2023).

References

1. Bruce R. Ellingwood Best Practices for Reducing the Potential for Progressive Collapse in Buildings / Bruce R.

Ellingwood, Robert Smilowitz, Donald O. Dusenberry, Dat Duthinh, H.S. Lew, Nicholas J. Carino. – U.S. Department of Commerce, 2007. (In Engl.)

2. World Trade Center Building Performance Study: Data Collection, Preliminary Observations, and Recommendations. Federal Emergency Management Agency (FEMA), 403 / May 2002, New York. (In Engl.)

3. Roytman V.M., Pasman H.J. and Lukashevich I.E. The Concept of Evaluation of Building Resistance against Combined Hazardous Effects "Impact-Explosion-Fire" after Aircraft Crash. In: *Fire and Explosion Hazards*, Proceedings of the Fourth International Seminar, 2003. Londonderry, NI, UK, pp. 283–293. (In Engl.)

4. Abruzzo J., Matta A., and Panariello G. Study of Mitigation Strategies for Progressive Collapse of a Reinforced Concrete Commercial Building. In: *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 2006, no. 20 (4), pp. 384–390 (Accessed 10/16/2023). (In Engl.)

5. Agarwal J., Blockley D. and Woodman N. Vulnerability of Structural Systems. In: *Structural Safety*, 2003, no. 25, pp. 263–286. URL: https://www.researchgate.net/publication/222334967_Vulnerability_of_structural_systems (Accessed 10/16/2023). (In Engl.)

6. Agnew E., Marjanishvili S. Dynamic Analysis Procedures for Progressive Collapse. In: *Structure Magazine*, 2006, pp. 24–27. https://www.researchgate.net/publication/288863166_Dynamic_analysis_procedures_for_progressive_collapse (Accessed 10/16/2023). (In Engl.)

7. Baker J.W., Schubert M., Faber M.H. On the Assessment of Robustness. In: *Structural Safety*, 2008, no. 30, pp. 253–267. URL: https://www.researchgate.net/publication/222334967_Vulnerability_of_structural_systems (Accessed 10/16/2023) (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 159–165.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 159–165.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 53.09

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-159-165

Влияние состояния конструкции пути на вибрационное воздействие от трамваев

Смирнов Владимир Александрович (Москва). Кандидат технических наук. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: belohvost@list.ru

Чечулина Любовь Михайловна (Москва). Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (Россия, 127238, Москва, Локомотивный проезд, 21. НИИСФ РААСН); Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: chechulyu@gmail.com

Аннотация. Воздействия, вызванные движением трамваев, часто приводят к возникновению в помещениях близлежащих зданий повышенной вибрации и структурного шума, которые зачастую превышают нормируемые санитарными требованиями уровни, установленные федеральными законами. На величину таких воздействий оказывают влияние как характеристики самого подвижного состава трамваев (скорость, осевая нагрузка, состояние поверхностей катания), так и техническое состояние конструкции верхнего строения пути. Причём последнее в соответствии с положениями СП 441.1325800.2019 может оказать существенное влияние – общее увеличение вибрационного воздействия составляет до 10 дБ для изношенной конструкции пути. В статье проведено сравнение измеренных в натуральных условиях характеристик вибрационного воздействия от движения поездов трамвая на одних и тех же участках пути – прямом и криволинейном – до и после их реконструкции. Как показывают результаты сравнительного анализа, реконструкция пути в рассматриваемом случае привела к изменению параметров вибрационного фона, вызванного прохождением поездов трамвая.

Ключевые слова: вибрация, трамвайные пути, прогноз, структурный шум, измерения, акселерометры

Для цитирования. Смирнов В.А., Чечулина Л.М. Влияние состояния трамвайного пути на вибрационное воздействие // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 159–165. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-159-165.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке грантов НИУ МГСУ на 2023 год на проведение фундаментальных и прикладных научных исследований (НИР/НИОКР) в рамках Программы развития университета на 2021–2030 годы.

Tramway Condition Impact on the Vibration Effect

Smirnov Vladimir A. (Moscow). Candidate of Sciences in Technology. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russia. NRU MGSU). E-mail: belohvost@list.ru

Chechulina Liubov M. (Moscow). The Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (21, Lokomotivny proezd, Moscow, 127238, Russia. NIISF RAASN); National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russia. NRU MGSU). E-mail: chechulyu@gmail.com

Abstract. Impacts caused by the movement of trams often lead to increased vibration and structural noise in the premises of nearby buildings, which exceed the limit levels normalized by sanitary requirements in accordance with Federal Laws No. 52-FZ and No. 384-FZ. Such impacts are influenced by both the characteristics of the tram train rolling stock itself (speed, weight,

condition of structures) and the technical condition of the track structure. Moreover, in accordance with the provisions of SP 441.1325800.2019, the latter can have a significant impact – up to 10 dB with the wear of the structure. The article compares the characteristics of the vibration effect from the movement of trams on the same section for the track under two different technical conditions – before and after the reconstruction, both on a straight section and a curved one. The reconstruction of the track led to a change in the parameters of the vibration caused by the passage of tram trains.

Keywords: vibration, tram tracks, forecast, structural noise, measurements, accelerometers

For citation. Smirnov V.A., Chechulina L.M. Tramway Condition Impact on the Vibration Effect. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 4, pp. 159–165, doi: 10.22337/2077-9038-2023-4-159-165.

Funding. The research was carried out with the support of grants from the National Research University MGSU for 2023 to conduct fundamental and applied scientific research (R&D) within the framework of the University development program for 2021–2030.

Негативное влияние трамвайного движения на экологическое состояние городской среды выражается в повышенном уровне шума, вибрации [1; 2] и электромагнитного излучения. При этом трамваи до сих пор являются сильно нагруженным видом общественного транспорта. По данным [3], на конец 2021 года в Российской Федерации общая протяжённость трамвайных путей составила около 2,4 тыс. км при среднем вводе 27,4, 2,2 и 10,2 км новых трамвайных путей в 2019, 2020 и 2021 годах, соответственно. На конец 2021 года трамвайным транспортом перевезено около 992 млн человек. Для сравнения, троллейбусным транспортом – 808 млн человек, а метрополитеном – 2680 млн человек.

Шум и вибрация в настоящее время – наиболее важные причины ухудшения качества городской жизни [3; 4]. Это подтверждается увеличением количества жалоб городских жителей, проживающих или работающих в зоне расположения транспортных коридоров, по которым движутся грузовые автомобили и рельсовый транспорт. Вредное воздействие шума на жителей города проявляется в ослаблении слуха (вплоть до полной его потери) и многочисленных видах психических расстройств, которые имеют свойство накапливаться [5]. Результатом воздействия вибрации могут быть заболевания опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы и пр. [6–9]. Результатом воздействия вибрации на здания и сооружения может быть появление и разрастание трещин, возникновение резонансных колебаний в таких зданиях, повышение уровня и переизлучение структурного шума. Особенно страдают исторические здания, зачастую расположенные в старых городских кварталах с узкими улицами [10–12].

Допустимые уровни шума и вибрации нормируются санитарными требованиями и строительными правилами в соответствии с федеральными законами № 52-ФЗ¹ и № 384-ФЗ². Для обеспечения комфортной обстановки в по-

мещениях зданий и сооружений, расположенных вблизи трамвайных линий, необходимо учитывать влияние многих внешних факторов, о которых пойдёт речь в данной статье.

Администрация городов, где есть трамвайные пути, вынуждена искать решение проблем, обусловленных их наличием, хотя исследований, связанных с этим вопросом, очень мало, чего нельзя сказать о железнодорожном транспорте и связанных с ним проблемами.

Хотя концепции этих двух транспортных систем схожи, между ними есть существенные различия:

- трамвайные пути часто расположены вдоль проезжих частей, совмещающих также автомобильный транспорт, а не на выделенных участках, как пути метрополитена или железной дороги;

- различная осевая нагрузка (в соответствии с СП 35.13330.2011³, СП 46.13330.2012⁴ осевая нагрузка от трамвая составляет 73,5 кН, поезда метро 147 кН, локомотива типа ВЛ-80 – 245 кН) и длина транспортных средств (16,2 м по осям сцепки для трамвая, 19,2 м для поезда метрополитена, 32,8 м – для локомотива ВЛ-80);

- скорость трамваев (до 40 км/ч) обычно намного ниже, чем у поезда метро (средняя скорость 60 – 70 км/ч).

С учётом того, что в России наибольшая протяжённость трамвайных линий наблюдается в крупных городах со сложившейся плотной застройкой: – Санкт-Петербурге (228 км, 41 маршрут, в том числе самый загруженный в России № 60 с интервалами 2-3 мин. в час-пик, а на линию каждый день выходят около 800 вагонов), Москве (178 км, 40 маршрутов трамваев, на линии выходят более 800 вагонов), Екатеринбурге (80 км, 31 маршрут и более 470 трамваев), Нижнем Новгороде (78 км, 15 маршрутов, а подвижной состав насчитывает более 330 вагонов) и Магнитогорске (74 км, 51 маршрут и 200 вагонов) – задача детального прогноза виброакустического воздействия от движения трамваев является актуальной.

¹ Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/13636>).

² Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/30476>).

³ СП 35.13330.2011. Свод правил «Мосты и трубы». Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (<https://docs.cntd.ru/document/1200084849>).

⁴ СП 46.13330.2012. Свод правил «Мосты и трубы». Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91 (<https://docs.cntd.ru/document/1200093425>).

В случае с трамваями ситуация осложняется тем, что часто недостаточно информации о характеристиках грунтов оснований, наличии и типе подземных сооружений и инженерных коммуникаций в полосе отвода трамвайного пути, что затрудняет прогнозирование эффектов распространения колебаний, в отличие от железных дорог, имеющих вдоль линий «свободное поле» (без каких-либо подземных сооружений) [13; 14].

Хотя источником вибрации является проезд трамвая, уровень помех для людей, живущих или работающих вблизи трамвайных путей, не определяется просто суммой отдельных проездов или характеристикой источника. Реальное воздействие зависит от подробных характеристик участка. Таким образом, определение переменных, влияющих на явление генерации и распространения колебательной энергии, является сложным процессом, поскольку требует изучения того, как колебания взаимодействуют с окружающей средой.

С учётом указанных особенностей взаимодействия пути и подвижного состава применительно к оценке воздействия вибрации, создаваемой движением трамвайных поездов, в данной работе была принята методика расчёта СП 441.1325800.2019⁵, учитывающая характерные и описанные выше особенности с безусловной поправкой на характеристики трамвайных поездов.

В соответствии с разделом 5.2 и 6.3 ГОСТ 27751-2014⁶ расчёт конструкций следует проводить с учётом наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок. Для рельсовых путей,

⁵ СП 441.1325800.2019. Свод правил «Защита зданий от вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом. Правила проектирования» (<https://docs.cntd.ru/document/554818817>).

⁶ ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения» (<http://vsegest.com/Catalog/58/58469.shtml>)



Красным обозначены точки измерения в 2020 году, зелёным – в 2023 году. Точки 1 и 6 соответствуют прямолинейному участку пути, точки 4 и 5 – криволинейному

Рис. 1. Схема расположения точек измерения. Схема авторов статьи

в соответствии с разделом 5.2.2 СП 441.1325800.2019, к наиболее неблагоприятным условиям относят дефекты поверхностей катания (колесных пар, головки рельсов), наличие стыков, переездов и стрелочных переводов. Для их учёта при прогнозе вибрационного воздействия установлена поправка «+10 дБ» в случае наличия изношенной конструкции пути.

В рамках данного исследования были выполнены натурные измерения уровней виброускорений, вызванных движением трамваев по маршруту от станции «Бульвар Рокоссовского» до станции «Богородское» в 2020 году, и после реконструкции пути (2020–2022) в 2023 году. Цель проведения исследований – оценка изменения вибрационного фона до и после проведения реконструкции пути и уточнение величин поправочных коэффициентов, описанных выше.

Схема участка и расположение точек измерения показаны на рисунке 1. Фотофиксация точек измерений приведена на рисунке 2.

Замеры уровней вибрации проводили на поверхности грунта в нескольких точках (по трём направлениям измерений в каждой точке, время измерений в каждой точке было достаточным для реализации не менее 14-ти событий



Рис. 2. Фотофиксация точек измерений – около прямолинейного участка (т. 1–т. 6) и около криволинейного участка (т. 5–т. 4): а, в) 2020 год; б, г) 2023 год. Фото авторов статьи

прохода трамвайных поездов сквозь створ измерений). При проведении измерений использовали высокоточные малозумящие велосиметры. При этом направления осей координат назначались следующим образом: Z – для вертикального направления, X – для направления поперёк оси пути и Y – вдоль оси пути.

Сравнение результатов производили для двух соответствующих пар точек, расположенных возле двух участков пути (прямолинейного и криволинейного), в разные годы и при разном техническом состоянии пути.

За время измерений было зафиксировано в 2020 году: для т. 1 – 18 прохождений трамваев; для т. 5 – 21 прохождения; в 2023 году: для т. 6 – 15 прохождений, для т. 4 – 13 прохождений. Указанное число событий достаточно для получения адекватного набора репрезентативных данных.

Полученные временные развёртки реализации сигналов для октавных полос в уровнях виброускорений (дБ) для двух участков представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

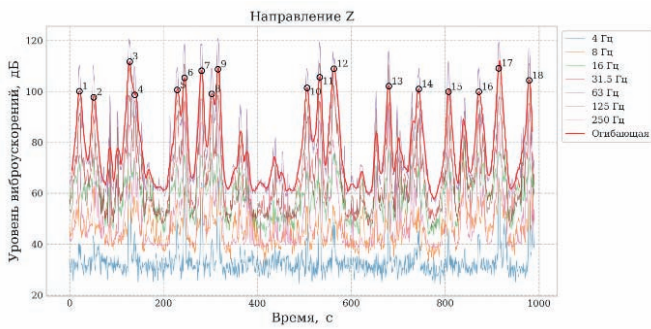
На виброграммах (рис. 3, 4) видны всплески уровней виброускорений в моменты прохождения поездов трамваев напротив измерительного створа. Вибрация при прохождении трамваев выделяется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 16–250 Гц.

На рисунках 5 и 6 представлены зависимости максимальных (L_{max} , дБ) и среднеквадратических (L_{rms} , дБ)

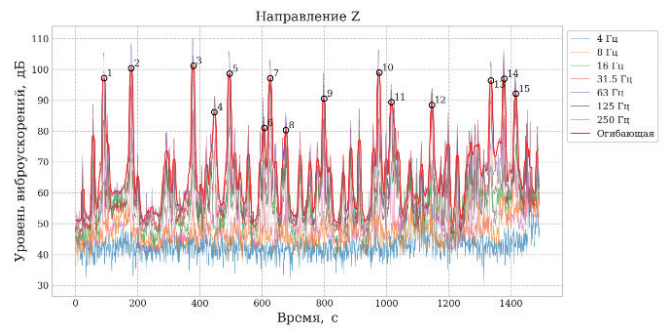
значений виброускорений по всем событиям прохождения трамваев от среднегеометрической частоты 1/1 – октавной полосы, а также вычисленная разница между соответствующими результатами измерений, полученными в 2023 и 2020 годы.

После реконструкции пути в 2022 году для вертикального направления на прямом участке пути отмечено снижение уровней вибрации в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 8–63 Гц на величину от 0,9 (0,5) до 11 (13,2) дБ для максимальных (СКЗ) значений виброускорений. При этом в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 1–4 и 125–250 Гц картина наблюдается обратная. Для горизонтального направления колебаний отмечается снижение уровней вибрации в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 4–16 (направление X) и 8–16 (направление Y) Гц. В остальном диапазоне наблюдается повышение уровней виброускорений до 33 дБ. Наибольшее снижение уровней вибрации наблюдается в октавной полосе со среднегеометрической частотой 16 Гц. В эту октаву попадает основная частота параметрического резонанса трамвайного пути для скорости движения 25–50 км/ч и эюре шпал по СП 98.13330.2018.

Для криволинейного участка пути разница в уровнях вибрации для вертикального направления оказалась небольшой – в диапазоне 8–63 Гц, а для горизонтальных – в диапазоне 4–16 Гц и при этом практически без повышения эффективно-

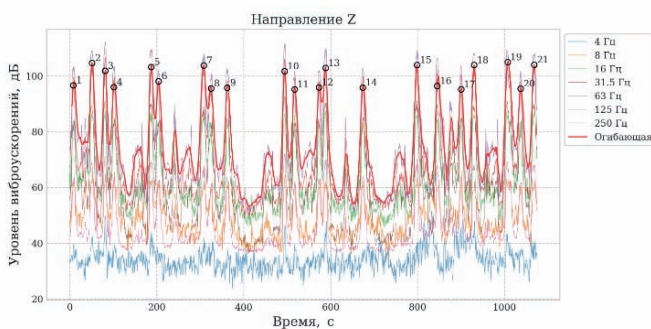


а)

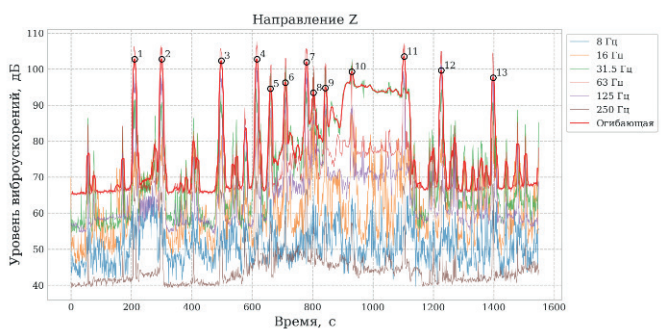


б)

Рис. 3. Спектральная реализация сигнала для прямого участка по оси Z: а) 2020 год; б) 2023 год. Графики авторов статьи



а)



б)

Рис. 4. Спектральная реализация сигнала для криволинейного участка по оси Z: а) 2020 год; б) 2023 год. Графики авторов статьи

сти. В остальных октавных полосах уровень виброускорений, наоборот, увеличился до 22,4 дБ для максимальных значений и 24,9 дБ для СКЗ виброускорений.

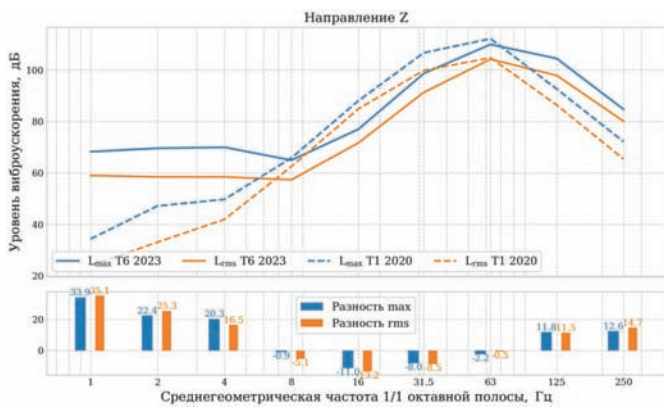
* * *

Как показывают результаты выполненных сравнительных измерений, соблюдение технологии и качества производства ремонтных работ влияет на изменение вибрационного фона. Для рассматриваемого в статье участка пути отмечено увеличение уровней вибрационного воздействия от

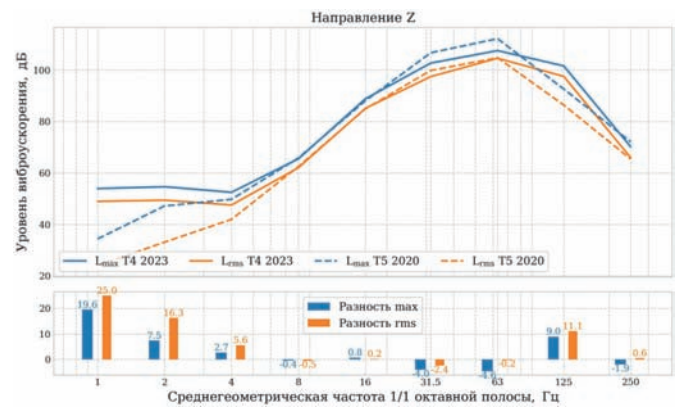
трамвайного пути после его реконструкции. При прогнозе уровней вибрации по методике СП 441.1325800.2019 следует учитывать частотно-зависимый характер коэффициентов таблицы 5.1. Требуется проведение серии сравнительных изысканий для уточнения указанных коэффициентов таблицы 5.1 применительно к трамвайным путям.

Список источников

1. Кустенко, А.А. Исследование влияния шума и вибрации в трамвайном движении / А.А. Кустенко. – Текст : не-



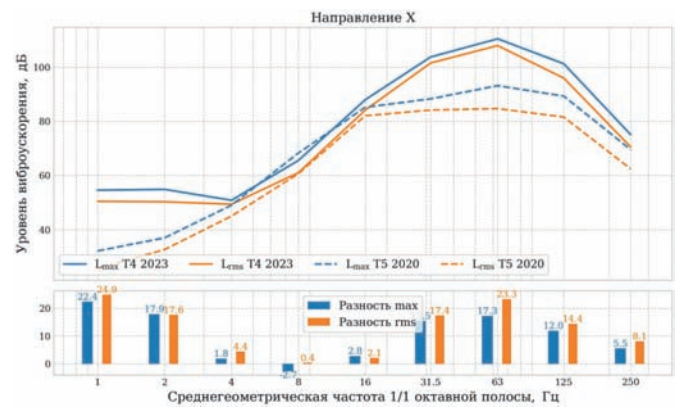
а)



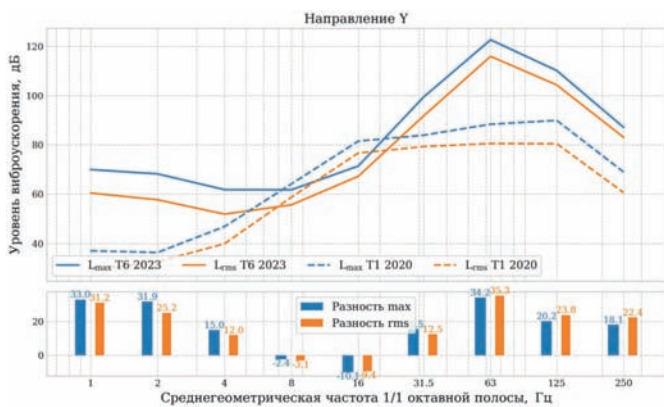
а)



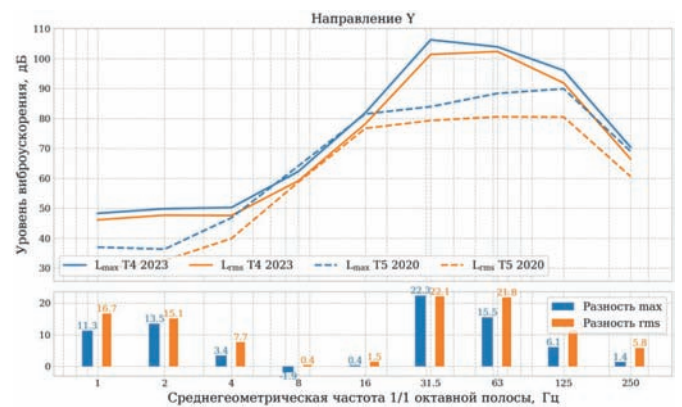
б)



б)



в)



в)

Рис. 5. Уровни вибрации на прямом участке для осей: а) Z; б) X; в) Y. Графики авторов статьи

Рис. 6. Уровни вибрации в кривом участке для осей: а) Z; б) X; в) Y. Графики авторов статьи

посредственный // Вестник Курганского государственного университета. – 2017. – № 12. – С. 97–99.

2. Бирюкова, А.Ю. Урбанизация и болезни цивилизации, гигиенические проблемы их профилактики / А.Ю. Бирюкова, Т.С. Волкотруб, Ю.В. Тищенко. – Текст : непосредственный // Экология и безопасность жизнедеятельности : Сборник статей XX Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет. – 2020. – С. 24–27.

3. Транспорт в России. 2022 : Статистический сборник. – Москва : Росстат, 2022. – Текст : непосредственный.

4. Weinhold, D. How Big a Problem is Noise Pollution? A Brief Happiness Analysis by a Perturbable Economist / Diana Weinhold. – Текст : электронный. – MPRA Paper. – 2008. – № 9885. – URL: <https://econpapers.repec.org/paper/pramprapa/9885.htm> (дата обращения 16.07.2023).

5. Krekel, C. How Environmental Quality Affects Our Happiness / Krekel Christian, George MacKerron. – Текст : электронный // World Happiness Report. – URL: <https://worldhappiness.report/ed/2020/how-environmental-quality-affects-our-happiness/> (дата обращения 22.06.2023).

6. Шишелова, Т.И. Влияние шума на организм человека / Т.И. Шишелова, Ю.С. Малыгина, Нгуен Суан Дат. – Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 8. – С. 14–15.

7. Абаджев, Ф.Ф. Влияние загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения крупного города / Ф.Ф. Абаджев. – Текст : непосредственный // Terra Economicus. – 2010. – Т. 8, № 1-2. – С. 100–105.

8. Трифонов, А.П. Влияние вибрации на организм человека, методы борьбы с вибрацией на производстве / А.П. Трифонов, Д.Д. Будаев, К.А. Алябьева. – Текст : непосредственный // Школа молодых новаторов : Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых учёных : В 3-х томах : Том 3. Курск, 2021. – Курск : ЮЗГУ, 2021. – С. 41–45.

9. Огородов, Ю.Т. Влияние вибрации на организм человека / Ю.Т. Огородов, В.О. Агаев, И.С. Волотов. – Текст : непосредственный // Научный альманах. – 2022. – № 9-2 (95). – С. 37–42.

10. Смирнов, В.А. Защита исторических памятников от вибраций, вызванных движением рельсового транспорта / В.А. Смирнов. – Текст : непосредственный // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 8 (1008). – С. 23–25.

11. Smirnov V. Vibration Protection of Historical Buildings Located near the Lines of Urban Rail Transport / Smirnov V. – Текст : электронный // Materials Science Forum. – 2019. – Vol. 945. – P. 318–324. – URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.945.318> (дата обращения 16.07.2023)

12. Smirnov, V. To the Question of Vibration Levels Prediction Inside Residential Buildings Caused by Underground Traffic / V. Smirnov, I. Tsukernikov. – DOI: 10.1016/j.proeng.2017.02.334. – Текст : электронный // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 176. – P. 371–380. – URL: https://www.researchgate.net/publication/314268210_To_the_Question_of_Vibration_Levels_Prediction_Inside_Residential_Buildings_Caused_by_Underground_Traffic (дата обращения 16.07.2023).

13. Смирнов, В.А. Защита несущих конструкций зданий от влияния вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом / В.А. Смирнов. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2020. – № 12. – С. 40–46.

14. Smirnov, V. Dynamic Analysis of Railway Track with Vibration Isolated Booted Sleepers / V. Smirnov. – DOI: 10.1051/mateconf/201819601045. – Текст : электронный // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 196. – № 01045. URL: https://www.researchgate.net/publication/327397780_Dynamic_analysis_of_railway_track_with_vibration_isolated_booted_sleepers (дата обращения 16.07.2023).

References

1. Kustenko A.A. Issledovanie vliyaniya shuma i vibratsii v tramvainom dvizhenii [Investigation of the Influence of Noise and Vibration in Tram Service]. In: *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Kurgan State University], 2017, no. 12, pp. 97–99. (In Russ.)

2. Biryukova A.Yu., Volkotrub T.S., Tishchenko Yu.V. Urbanizatsiya i bolezni tsivilizatsii, gigienicheskie problemy ikh profilaktiki [Urbanization and Diseases of Civilization, Hygienic Problems of Their Prevention]. In: *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Ecology and life safety], collection of articles of the XX International Scientific and Practical Conference, Penza State Agrarian University. Penza. 2020. Penza, Penza State Agrarian University Publ., 2020, pp. 24–27. (In Russ.)

3. Transport v Rossii [Transport in Russia. 2022], Statistical collection. Moscow, Rosstat Publ., 2022. (In Russ.)

4. Weinhold Diana. How Big a Problem is Noise Pollution? A Brief Happiness Analysis by a Perturbable Economist. In: *MPRA*, 2008, Paper no. 9885. (In Engl.)

5. Krekel Christian, MacKerron George. How Environmental Quality Affects Our Happiness. World Happiness Report. 2020. URL: <https://worldhappiness.report/ed/2020/how-environmental-quality-affects-our-happiness/> (Accessed 06/22/2023) (In Engl.)

6. Shishelova T.I., Malygina Yu.S., Nguen Suan Dat. Vliyanie shuma na organizm cheloveka [The Effect of Noise on the Human Body]. In: *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2009, no. 8, pp. 14–15. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. Abadzhev F.F. Vliyanie zagryazneniya okruzhayushchei sredy na sostoyanie zdorov'ya naseleniya krupnogo goroda [The Impact of Environmental Pollution on the Health of the Population of a Large City]. In: *Terra Economicus*, 2010, Vol. 8, no. 1-2, pp. 100–105. (In Russ.)

8. Trifonov A.P. Vliyanie vibratsii na organizm cheloveka, metody bor'by s vibratsiei na proizvodstve [The Effect of Vibration on the Human Body, Methods of Combating Vibration

in Production]. In: *Shkola molodykh novatorov [School of Young Innovators]*, Collection of scientific articles of the 2nd International Scientific Conference of Promising Developments of Young Scientists, in 3 volumes, Vol. 3. Kursk : UyZGU Publ., 2021, pp. 41–45. (In Russ.)

9. Ogorodov Yu.T. Vliyanie vibratsii na organizm cheloveka [The Effect of Vibration on the Human Body]. In: *Nauchnyi al'manakh [Scientific Almanac]*, 2022, no. 9-2 (95), pp. 37–42. (In Russ., abstr. in Engl.)

10. Smirnov V. A. Zashchita istoricheskikh pamyatnikov ot vibratsii, vyzvannykh dvizheniem rel'sovogo transporta [Protection of Historical Monuments from Vibrations Caused by Rail Traffic]. In: *BST: Byulleten' stroitel'noi tekhniki*, 2018, no. 8 (1008), pp. 23–25. (In Russ., abstr. in Engl.)

11. Smirnov V. Vibration Protection of Historical Buildings Located near the Lines of Urban Rail Transport. In: *Materials*

Science Forum, 2019, Vol. 945, pp. 318–324. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.945.318> (In Engl.)

12. Smirnov V., Tsukernikov I. To the Question of Vibration Levels Prediction Inside Residential Buildings Caused by Underground Traffic. In: *Procedia Engineering*, 2017, Vol. 176, pp. 371–380, DOI: 10.1016/j.proeng.2017.02.334. 318 (In Engl.)

13. Smirnov V.A. Zashchita nesushchikh konstruktsii zdaniy ot vliyaniya vibratsii, sozdavaemoy zheleznodorozhnym transportom [Protection of Bearing Structures of Buildings Against the Influence of Vibration Generated by Railway Transport]. In: *Zhilishchnoe stroitel'stvo [Housing Construction]*, 2020, 12, 40–46, DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-40-46>. (In Russ., abstr. in Engl.)

14. Smirnov V. Dynamic Analysis of Railway Track with Vibration Isolated Booted Sleepers. In: *MATEC Web of Conferences*, 2018, Vol. 196, no. 01045,

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 166–180.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 166–180.

Обзоры

Научная статья

УДК 681.3.068, 004.8

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-166-180

«Искусственный интеллект», или «логические рассуждения и разумные решения» в технической диагностике объектов строительства

Кашеварова Галина Геннадьевна (Пермь). Доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН. Кафедра строительных конструкций и вычислительной механики Пермского национального исследовательского политехнического университета (Россия, 614010, Пермь, ул. Куйбышева, 109. ПНИПУ) Эл. почта: ggkash@mail.ru

Аннотация. Цель данной работы – показать возможности и перспективы применения интеллектуальных технологий именно в строительстве. В настоящее время для этого наиболее широко используются технология экспертных систем (ЭС), теория нечётких множеств и нечёткой логики и искусственные нейронные сети. Системы искусственного интеллекта дают возможность моделировать накопленные профессиональные знания опытных специалистов, опираясь на современные методы решения практических задач, используя существующее нормативное обеспечение строительной отрасли как готовую системную модель, которую следует адекватно представить в терминах, формализованных в соответствии с определёнными структурными правилами. Компьютер позволяет эксперту автономно использовать это, предлагая возможные варианты на основе логического вывода для решения конкретных задач. Реализована возможность выявлять и контролировать автоматизированным способом причинно-следственную связь между признаками и состоянием конструкций, обеспечивающую поддержку решения инженера-обследователя в вопросе определения категории технического состояния конструкций. неотъемлемой частью диагностики строительных объектов являются поверочные расчёты несущей способности элементов с учётом их реального состояния. Для расчётов сложных строительных объектов обычно используется численный метод конечных элементов. Учитывая то, что искусственные нейронные сети являются хорошими аппроксиматорами различных нелинейных зависимостей, их сегодня предлагается трактовать как новый универсальный подход к численному решению задач математической физики.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, техническая диагностика, конструкции, здания и сооружения, онтология, нечеткие множества и нечёткая логика, нейронные сети

Для цитирования. Кашеварова Г.Г. «Искусственный интеллект», или «логические рассуждения и разумные решения» в технической диагностике объектов строительства // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 4. – С. 166–180. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-166-180.

"Artificial Intelligence" or "Logical Discussion and Reasonable Solutions" in Technical Diagnostics of Construction Projects

Kashevarova Galina G. (Perm). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Corresponding Member of RAACS. Department "Building constructions and computational mechanics" of the Perm National Research Polytechnic University (Russia, 614010, Perm, St. Kuibyshev, 109. PNRPU). E-mail: ggkash@mail.ru

Abstract. The purpose of this work is to show the possibilities and prospects for the use of intelligent technologies in construction. Currently, the most widely used technologies for this purpose are expert system (ES) technology, the theory of fuzzy sets and fuzzy logic, and artificial neural networks. Artificial intelligence systems make it possible to model the accumulated

professional knowledge of experienced specialists, relying on modern methods for solving practical problems, using the existing regulatory framework of the construction industry as a ready-made system model, which should be adequately presented in terms formalized by certain structural rules. The computer allows the expert to autonomously use this, suggesting possible options based on logical inference to solve specific problems. The ability to identify and control in an automated way the cause-and-effect relationship between the characteristics and condition of structures has been implemented, providing support for the decision of the survey engineer in determining the category of the technical condition of structures. An integral part of the diagnostics of construction projects is verification calculations of the bearing capacity of elements, taking into account their real condition. For calculations of complex construction projects, the numerical finite element method is usually used. Considering that artificial neural networks are good approximators of various nonlinear dependencies, today they are proposed to be interpreted as a new universal approach to the numerical solution of problems of mathematical physics.

Keywords: intelligent systems, technical diagnostics, structures, buildings and structures, ontology, fuzzy sets and fuzzy logic, neural networks

For citation. 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.

Введение

Традиционная практика принятия решений о техническом состоянии здания или сооружения в естественных ситуациях, главным образом, основана на инженерных суждениях, личных интерпретациях, интуиции опытных инженеров (часто одного), способных эффективно действовать в нестандартных ситуациях и принимать правильные решения, используя инженерные методы расчёта или компьютерные программы.

Строительные объекты – это социотехнические системы, так как проектируют их, возводят и эксплуатируют люди, которые, как известно, не могут хранить большие объёмы данных в памяти, быстро их анализировать, устают от физической или умственной нагрузки, непоследовательны в своих решениях и могут совершать ошибки. Эти ошибки вносят неопределённость в реакцию несущих конструкций на внешние воздействия. В нормах по расчёту и конструированию строительных объектов ошибки людей не учитываются.

Сложная структура строительных конструкций, недостаточность сформулированных критериев оценки, отсутствие связи между некоторыми нормативными документами требуют глубоких знаний в области диагностики строительных объектов. Неполная, иногда недостоверная и противоречивая информа-

ция, полученная по результатам инженерного обследования объекта, а также проблема «длины шкалы технических состояний», включающей всего четыре категории (*нормативное, работоспособное, ограничено работоспособное или аварийное состояние*)¹, размытость границ между категориями в большой степени зависят от опыта экспертов. При назначении категории технического состояния обследованной конструкции специалисты с небольшим опытом работы часто испытывают трудности, имеются разногласия во мнениях и у опытных специалистов.

Целесообразно укреплять и расширять профессиональные возможности специалистов за счёт применения интеллектуальных технологий. Системы искусственного интеллекта (СИИ) – это естественный результат развития обычных информационных систем, которые в определённом смысле моделируют интеллектуальную деятельность человека, а в частности, – логику его рассуждений, и обеспечивают быстрый и простой доступ к большому объёму вычислительных ресурсов по запросу пользователя. Они сосредоточили в себе наиболее наукоёмкие технологии с высоким уровнем автоматизации не только *процессов подготовки информации* для принятия решений, но и *самих процессов выработки вариантов решений*, опирающихся на полученные информационной системой данные.

Возможности интеллектуальных технологий постоянно совершенствуются, и в настоящее время в строительной отрасли это направление активно развивается и вызывает все возрастающий интерес (рис. 1), о чём свидетельствуют как зарубежные, так и отечественные публикации [1–16].

Но сегодня, к сожалению, среди экспертов-строителей ещё существует ироничное мнение, присущее некоторым высококвалифицированным специалистам: «Интеллектуальные си-

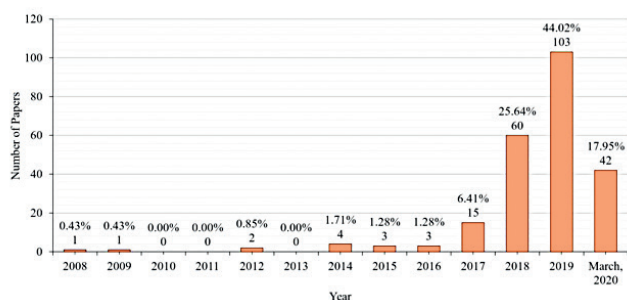


Рис. 1. Количество статей по ИИ в строительстве за последние годы в разных странах (источник: [1])

¹ ГОСТ 31937-2011. «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» / Введ. 2014-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – IV, 54 с. (<http://vsegost.com/Catalog/54/54142.shtml>).

стемы не нужны настоящему эксперту. Для их создания нужны гиперзнания и незаурядные интеллектуальные способности».

Человек, конечно, лучше, чем машина принимает решения в условиях неопределённости. Однако, человек плохо справляется с большими объёмами «сырой» – необработанной, информации, и ему для принятия верного решения необходима адекватная (полная и достоверная) информация.

Система искусственного интеллекта – это интеллектуальный помощник специалиста-практика, позволяющий извлекать из памяти ЭВМ необходимые знания при решении конкретных задач, который превосходит возможности человека по скорости и объёму обработки информации. Интеллектуальные системы дают возможность моделировать накопленные профессиональные знания опытных специалистов, опираясь на современные методы решения практических задач.

Для использования в интеллектуальных системах уже накопленных «знаний» необходимы новые формы их систематизации, формализации и хранения. Под «экспертным знанием» понимается сочетание теоретического понимания проблемы и эмпирических правил (эвристики) для её решения.

Использование аппаратно-программных средств даёт возможность пользователю-непрограммисту, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка, принимать решения о том, как надо действовать в той или иной ситуации, ставить и решать задачи, традиционно считающиеся интеллектуальными.

В настоящее время разрабатываются единые требования к виду и содержанию цифровых моделей объектов капитального строительства, системы классификаторов строительных объектов – это почти готовая системная модель, которую следует адекватно представить в терминах, формализованных в соответствии с определёнными структурными правилами, а компьютер, предлагая эксперту возможные варианты решений, позволит использовать её автономно при решении конкретных задач на основе логического вывода.

Внедрение интеллектуальных систем в экспертную деятельность инженера-строителя, связанную с обследованием, диагностикой конструкций зданий и сооружений, мотивировано необходимостью совершенствования технологии принятия решений о безопасности строительных объектов, а также оценки рисков или определения их остаточного ресурса на основе выявленных при обследовании дефектов несущих, ограждающих конструкций и оснований; обоснованного принятия решения о реконструкции, капитальном ремонте или сносе здания или сооружения.

Основные идеи и процессы, лежащие в основе систем искусственного интеллекта

Искусственный интеллект (ИИ) – это активно развивающаяся междисциплинарная наука, возникшая в 50-е годы XX века на стыке кибернетики, лингвистики, психологии и программирования. Термин «*artificial intelligence*» ввёл аме-

риканский учёный Джон Маккарти в 1956 году, понимая под этим термином область науки, занимающейся компьютерным моделированием различных способов разумных рассуждений человека. При этом он пояснял: «Мы понимаем некоторые механизмы интеллекта и не понимаем остальные. Поэтому под интеллектом в пределах этой науки следует понимать только вычислительную составляющую способности достигать целей».

Исследования в области ИИ с самого начала развивались по двум направлениям:

1) *бионическое* (или *нейрокибернетика*) – попытки смоделировать психофизиологическую деятельность человеческого мозга с целью создания искусственного разума. Это направление ориентировано на программно-аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга;

2) *прагматическое* (или *кибернетика «чёрного ящика»*), которое направлено на создание алгоритмов решения интеллектуальных задач, имитирующих мыслительную деятельность человека на существующих моделях компьютеров. Далее речь будет идти именно об этом направлении.

Рассматривая процесс решения человеком какой-либо проблемы или задачи, можно отметить фундаментальное различие между человеческим разумом, с одной стороны, и «разумом» машины – с другой. Человек может сконцентрировать внимание именно на той информации, которая ведёт к решению конкретной задачи и достижению поставленной цели; он может думать и делать заключения в *неточных, не-количественных, нечётких* терминах. И именно отсутствие этих способностей у компьютера делает даже самые сложные вычислительные машины непригодными к использованию искусственно созданных технологий без участия человека. По словам известного нидерландского учёного в области информационных технологий Эдсгера Вибе Дейкстра, «вопрос о том, могут ли компьютеры думать, аналогичен вопросу о том, могут ли подводные лодки плавать».

Основной отличительный признак системы искусственного интеллекта от обычной компьютерной программы – это *работа со знаниями, в которых логическая* (или смысловая) информация преобладает над вычислительной. Человек, приступая к решению какой-либо проблемы, часто не имеет чёткой программы действий. Он её строит в ходе работы.

Компьютер любую задачу решает по программе, написанной человеком, которая может быть представлена в парадигме: «*Программа = Алгоритм + Данные*». Для систем искусственного интеллекта характерна другая парадигма: «*СИИ = Знания + Стратегия обработки знаний*». Поэтому при создании СИИ нужно научить *Компьютер* самостоятельно строить программу действий, исходя из условий задачи, *имитируя модель рассуждений человека для принятия решения*, то есть превратить компьютер из формального исполнителя в интеллектуального.

Для этого при проектировании системы ИИ прежде всего нужно *определить цель* (или цели), *для достижения которой*

она предназначена; понять процесс мышления человека, решающего определённую задачу или принимающего решения в конкретной предметной области; учитывая все факты, выделить основные шаги этого процесса и разработать программные средства, воспроизводящие их на компьютере.

Рассмотрим основные процессы человеческого мышления (или рассуждения) и соответствующие им элементы СИИ, составляющие процесс принятия решения.

Люди делают что-либо не потому, что думают, а думают потому, что должны что-то сделать [17]. Цель заставляет человека думать, независимо от того, выполняет ли он простую физическую работу или решает сложную интеллектуальную задачу. Мысли, ведущие к конечному результату, не случайны, а строго обоснованы. Каждый шаг на пути к главной цели имеет свою локальную цель.

Мышление человека основано на запасе знаний – фактов, и способности к логическим рассуждениям – правил.

Факт – это сообщение (информация или данные) о конкретном событии, свойстве конкретного объекта, о его связях с другими объектами.

Например:

1) напряжения в конструкции не должны превышать предельной величины;

2) предельное значение ширины раскрытия трещины в бетоне составляет 0,4 мм.

Правила – это утверждения, обладающие большей общностью, чем факты. Они определяют одни понятия через другие, устанавливая взаимосвязь между различными свойствами объектов, формулируют законы природы и общества. Обычно правила выражены условным отношением «ЕСЛИ – ТО», то есть ЕСЛИ выполняется некоторое условие, ТО последует определённое действие или какая-то другая реакция.

Например:

1) ЕСЛИ напряжения в конструкции больше предельной величины, ТО следует изменить некоторые параметры конструкции;

или

2) ЕСЛИ ширина раскрытия трещины в конструкции больше предельной величины, ТО такая конструкция не должна использоваться.

Факты и правила хранятся в компьютере в базе знаний. Факты и правила – это важная часть СИИ, без которой нельзя достичь цели. Обычно для достижения цели люди связывают сложные совокупности фактов и правил. Факты и правила могут быть разной степени сложности.

Когда человеческий мозг приступает к решению даже самой простой задачи, для выбора нужных действий в его распоряжении имеется огромный объём информации. Из множества фактов и правил он выбирает подмножество, подходящее только к конкретной ситуации. Такой выбор можно назвать упрощением. Механизм упрощения позволяет обратиться к нужным фактам и правилам для достижения ближайшей цели. После того, как определены общие факты,

необходимые для достижения этой цели, надо получить конкретные данные и присвоить значения переменным. Когда человек сталкивается с проблемой выбора, он «взвешивает» различные соображения. В СИИ проблема выбора может решаться с помощью весовых коэффициентов для фактов, а механизм упрощения программы пропустит какую-то часть данных из БЗ с низкими весовыми коэффициентами, используя специальный набор правил.

Завершает мыслительный процесс человека механизм вывода, делая заключения на основании правил, отобранных механизмом упрощения и генерируя новые факты, которые добавляются к знаниям человека. Именно механизм вывода позволяет человеку учиться на опыте, так как он приобретает новые знания из уже существующих и может применить их к новой ситуации.

Таким образом, система искусственного интеллекта должна включать все элементы, составляющие процесс принятия решения человеком: цель, факты и правила, механизмы упрощения и вывода.

Процесс достижения цели в СИИ базируется на двух цепочках: прямой цепочке рассуждений и обратной цепочке рассуждений.

Прямая цепочка рассуждений, то есть цепочка от данных к логическому заключению, применяется, когда число потенциальных решений неуправляемо, а количество блоков данных, определяющее начальное состояние проблемы, – невелико. В этом случае задаётся последовательность вопросов, построенных таким образом, что каждый из них позволяет отбросить большую группу потенциальных ответов, сужая пространство поиска. Так продолжается до тех пор, пока не останется один определённый ответ

Обратная цепочка рассуждений применяется, когда имеется всего несколько решений при наличии огромных объёмов входной информации. В каждый момент времени рассматривается только одно из возможных решений; а затем собираются и проверяются все свидетельства, которые могут его подтвердить или опровергнуть.

Фундаментальная цель развития интеллектуальных систем: опираясь на современные методы решения практических задач, моделировать накопленные профессиональные знания опытных специалистов и учёных и в результате перейти от локальных решений частных задач к производству моделей знаний, встроенных в масштабные вычислительные системы.

Технологии, модели, методы

Анализ мирового опыта показывает, что для разработки систем поддержки принятия решений в разных предметных областях в настоящее время наиболее широко используются: технология экспертных систем (ЭС), теория нечётких множеств и нечёткой логики и искусственные нейронные сети.

Технология экспертных систем

Экспертные системы (ЭС) – это наиболее распространённый вид прикладных интеллектуальных систем, идея

создания которых была высказана более семисот лет назад Раймундом Луллем. Своего апогея в области практических приложений эта технология достигла в середине 80-х годов XX века. Структура экспертных систем является типовой для большинства проектов [18–20] (рис. 1). ЭС имитирует поведение эксперта, знания которого закодированы в компьютерной программе.

Разработка ЭС заметно отличается от написания обычных компьютерных программ. Экспертные знания – это сочетание теоретического понимания проблемы (*декларативные знания*) и эмпирических правил для её решения (*процедурные знания*). В соответствии с этим в ЭС разрабатываются условно разделённые модули: *база знаний (БЗ)* и *решатель*.

В БЗ закладывается декларативная информация из научной и методической литературы (в нашем случае – по диагностике повреждений конструкций зданий и сооружений), профессиональные знания опытных экспертов конкретной предметной области, а также неформальная информация, поступающая с этапов обследования. В экспертную систему также могут быть заложены знания, полученные с помощью обучения нейронных сетей (*нейросетевых технологий*).

Исключительно важной процедурой при создании ЭС является систематизация и *организация декларативных знаний*, их формализация, а также *алгоритм принятия решений* (или *правила*) хода рассуждений эксперта на основании знаний, заложенных в БЗ.

Для *организации* декларативных знаний в рассматриваемой предметной области целесообразно использовать методику построения *компьютерных онтологий* [21–23], которая позволяет установить математические и логические отношения между знаниями и обеспечивает унифицированное и многократное использование знаний на разных компьютерных платформах.

Онтология – это метод представления и обработки знаний и запросов. В теории искусственного интеллекта онтология – это знания, формально представленные в виде структурированной иерархической системы – *онтографа*, включающего описание множества объектов и понятий, знаний о них и связей между ними с целью применения методов и средств компьютерной обработки. Онтологии предметной области обычно строятся экспертами области знания или при их содействии.

Решая реальную задачу или проблему, важно выделить *главное* как базис для понимания процессов и явлений, относительно которого развивается знание о предметной области и который связывает их в некоторую структуру (онтограф) [24]. Для построения онтографа можно использовать разные технологии. Выбор иерархической структуры и языка представления онтологии зависит от конкретной задачи и целей. В нашей работе применялись своеобразная системная технология «Конфайнмент®-моделирование» [25] и другие техники.

Теория нечетких множеств и нечеткой логики

При диагностике состояния строительного объекта эксперты часто пользуются приближёнными оценками параметров, которые нельзя интерпретировать как полностью истинные или полностью ложные. Ответы эксперта на вопросы о предпочтении факторов, влияющих на оценку технического состояния конструкции, их количестве и взаимосвязи в значительной степени являются субъективными. Наиболее поразительным свойством человеческого интеллекта является способность принимать рациональные решения в обстановке неполной и нечёткой информации.

Разработка *моделей приближённых рассуждений* человека и использование их в сложных технических системах представляет сегодня одну из важнейших проблем науки. Учёт фактора неопределённости при решении задач во многом изменяет методы принятия решения, меняется принцип представления исходных данных и параметров модели.

Наличие неопределённости в параметрах может быть учтено как *случайными* величинами с известными *вероятностными характеристиками* (*стохастический анализ*), так и как *нечёткими* величинами, заданными с помощью *функций принадлежности* (*теория нечётких множеств*).

Теория вероятности позволяет формализовано описывать и обрабатывать информацию в случае *физической* неопределённости, теория нечётких множеств позволяет представлять и обрабатывать информацию в случае лингвистической неопределённости. Понятию *вероятностной меры* в теории вероятностей соответствует более простое понятие – *функция принадлежности* в теории нечётких множеств. Но имеется сравнительно большой класс проблем, при решении которых вероятностные методы неэффективны (отсутствие информации о распределениях вероятностей параметров, трудность получения необходимых статистических характеристик). Статистические методы хорошо развиты, в основном, для одномерных случайных величин, а для многомерных статистических моделей, ввиду сложности получения необходимых

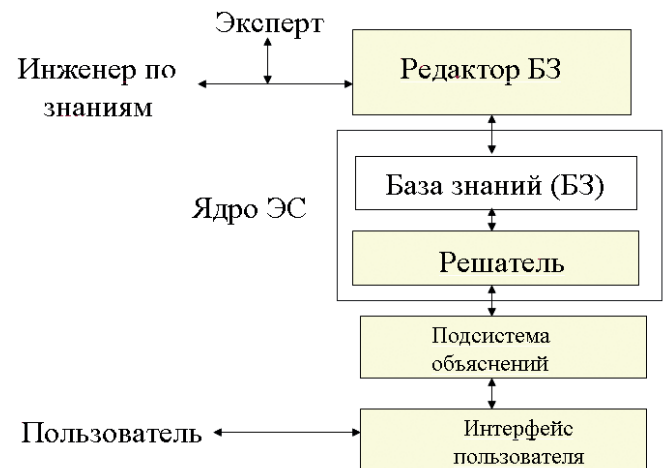


Рис. 1. Структура экспертной системы. Схема автора статьи

статистических характеристик, обычно предполагают *гауссово распределение* наблюдений (что часто не выполняется на практике). В таких случаях вместо *вероятности отказа* можно использовать понятие *возможности отказа*, то есть *некоторое нечёткое множество*, которое включает *вероятность отказа как предельный случай*.

Но для задач, содержащих неточность и размытость, более рационально использовать математический аппарат *теории нечётких множеств и нечёткой логики* [26; 27], предложенный Лотфи Заде в 1965 году [28; 29]. Его основная идея состояла в том, что человеческий способ рассуждений, опирающийся на естественный язык, не может быть описан в рамках традиционных математических формализмов. Теория нечётких множеств даёт возможность учитывать разброс индивидуальных мнений экспертов и позволяет строить формальные схемы решения задач с приближёнными количественными и качественными оценками параметров, используя для этого *лингвистические переменные*, а также производить с ними различные математические операции [30; 31]. Значениями лингвистических переменных могут быть слова или словосочетания некоторого естественного или искусственного языка (термы), такие как: «много», «мало», «часто», «редко», «около 80», «приблизительно 250», «не менее 5,0», «не более 100», «в диапазоне от 0,5 до 0,75» и др.

В настоящее время теория нечётких множеств и нечёткой логики широко применяется в системах принятия решений в условиях нечёткой исходной информации [32]. Для преобразования разнородной информации в «*нечёткий формат*», то есть в формат последующего диалога с базой знаний, строятся так называемые *функции принадлежности* [31–33] как для *входных*, так и для *выходных параметров* базы знаний ЭС.

Функция принадлежности $\mu_A(x)$ ставит в соответствие каждому из элементов пространства рассуждения $x \in X$ некоторое действительное число из интервала $[0, 1]$. Значение 0 означает, что элемент не включён в нечёткое множество, 1 – описывает полностью включённый элемент. Значения

между 0 и 1 характеризуют нечётко включенные элементы хронометрированных данных.

В литературе можно встретить разные формулы для обозначения нечётких множеств, например:

$$\tilde{A} = \left(\frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_A(x_k)}{x_k} \right) \text{ или}$$

$$\tilde{A} = \{ \langle x_1, \mu_A(x_1) \rangle, \langle x_2, \mu_A(x_2) \rangle, \dots, \langle x_n, \mu_A(x_n) \rangle \} \text{ и др.}$$

Знак «+» обозначают не арифметическую сумму, а теоретико-множественное объединение отдельных элементов. Горизонтальная черта – это просто разделительный знак. Для обозначения непрерывного множества количественных контролируемых параметров технического состояния используется обозначение вида:

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \frac{\mu_A(x)}{x}.$$

Знак интеграла обозначает непрерывное или бесконечное множество, а не нечёткий интеграл [31].

С практической точки зрения с каждым нечётким множеством обычно ассоциируют некоторое *свойство, признак или атрибут*, которые характеризуют рассматриваемый объект. Нечёткое множество признаков технического состояния конструкций может быть *непрерывным или дискретным*.

Для построения функций принадлежности нечётких множеств обычно используют *прямые и косвенные* методы [32–36].

Прямые методы (графический, табличный, формульный, параметрический), как правило, применяют для измеряемых параметров или когда выделяются их полярные значения (табл. 1).

Также можно использовать и другие виды функции принадлежности, например: *сигмоидную, Гауссову, синглтонную*.

Например, для построения функции принадлежности такого показателя, как «длина трещины около 50 мм», нечёткое множество можно представить треугольной функцией принадлежности с параметрами $a = 40$ мм, $b = 50$ мм, $c = 60$ мм, а для показателя «длина трещины находится приблизительно в пределах 50–60 мм», нечёткое множество

Таблица 1. Наиболее распространенные параметрические функции принадлежности

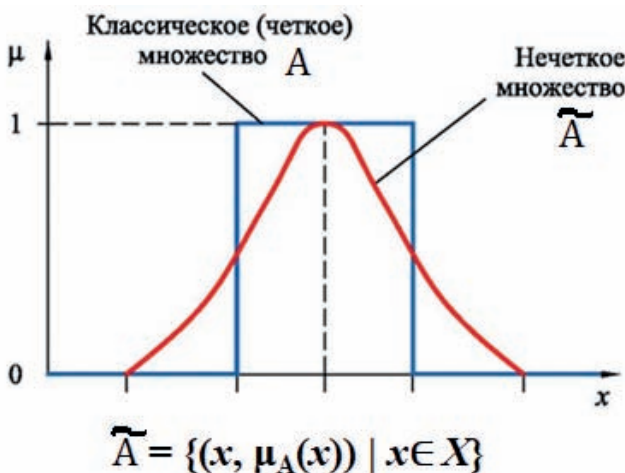


Рис. 2. Графики функций принадлежности классического (чёткого) и нечёткого множеств

Наименование и функции График функции	Аналитическое выражение	Интерпретация параметров
<p>Треугольная</p>	$\mu(u) = \begin{cases} 0, & u \leq a \text{ или } u \geq c \\ \frac{u-a}{b-a}, & a < u < b \\ \frac{c-u}{c-b}, & b < u < c \end{cases}$	<p>(a, c) – носитель нечёткого множества – пессимистическая оценка нечёткого числа, b – координата максимума – оптимистическая оценка нечёткого числа</p>
<p>Трапецевидная</p>	$\mu(u) = \begin{cases} 0, & u \leq a \text{ или } u \geq d \\ \frac{u-a}{b-a}, & a \leq u \leq b \\ 1, & b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c}, & c \leq u \leq d \end{cases}$	<p>(a, d) – носитель нечёткого множества – пессимистическая оценка нечёткого числа. (b, c) – ядро нечёткого множества – оптимистическая оценка нечёткого числа</p>

можно представить трапецевидной функцией с параметрами $a = 45 \text{ мм}$, $b = 50 \text{ мм}$, $c = 60 \text{ мм}$, $d = 65 \text{ мм}$.

Косвенные методы (парных сравнений, экспертных оценок, интервальных оценок, статистических данных и др.) используют в случаях, когда нет элементарных измеряемых свойств.

Например, для качественного показателя «результат освидетельствования коррозии арматуры» можно использовать лингвистические переменные – нечёткие термы (табл. 2).

С помощью функций принадлежности можно адекватно отразить мнение одного или нескольких экспертов. Например, с какой степенью уверенности строительную конструкцию можно отнести к той или иной категории (состояние нормативное, работоспособное, ограничено работоспособное, аварийное).

Процесс построения функций принадлежности – это этап формирования базы данных – декларативной составляющей базы знаний.

После построения функций принадлежности для принятия решения о техническом состоянии конструкций и строительного объекта в целом переходят к следующему этапу – разработке базы процедурных знаний или нечёткому логическому выводу, используя для этого правила вида:

«Если <посылка правила>, то <заключение правила>»,

где посылка и заключение являются лингвистическими переменными.

Совокупность логико-лингвистических правил разрабатывается авторами ЭС на основании знаний специалистов предметной области. Правила связываются между собой логическими операциями «или», а посылка правила может состоять из фрагментов, которые связываются операциями «и» или/и «или».

Поиск экспертного заключения можно представить выражением:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow y,$$

где $X = \{x_i\}$ – множество входных контролируемых параметров, « \rightarrow » – обозначение процедуры логического вывода (импликация, оператор); y – выходной параметр.

Качество решений, выдаваемых нечёткой экспертной системой, в большой степени зависит от профессиональных знаний экспертов, адекватности отражения их функциями принадлежности и выбора алгоритма нечёткого логического вывода. После рассмотрения возможности применения известных алгоритмов нечёткого логического вывода (Сугэно, Мамдани, Сингльтон и др.), выбор был сделан в пользу алгоритма Мамдани [31], который был модифицирован и адаптирован к решению конкретных задач. Схематично алгоритм нечёткого логического вывода Э. Мамдани показан на рисунке 3.

Для создания ЭС в настоящее время существуют разнообразные программные системы. Среди них: интегрированная

производственная система CLIPS, оболочка для управления нечёткими фактами и правилами FuzzyCLIPS, оболочка экспертной системы GURU, оболочка для гибридных экспертных систем FLEX, среда для технических вычислений MatLab, а также весьма доступное программное средство Microsoft Excel и др. Каждый из этих инструментов имеет свою специфику и особенности, требуя определённых навыков работы и наличия соответствующего программного продукта на компьютере.

Экспертные системы не заменяют эксперта в его непосредственной деятельности, они расширяют и усиливают профессиональные возможности пользователей и способны предоставлять специалистам разной квалификации альтернативные решения.

Искусственные нейронные сети (ИНС) – это логические алгоритмы, функционирование которых связывают с биологическим представлением о работе мозга человека. Они представляют собой попытку научиться у живой природы технологии обработки информации. Нейросетевой подход возник из стремления понять, каким образом мозг человека

Таблица 2. Результат освидетельствования коррозии арматуры

Графики функций принадлежности термов	Диагностический признак			
	«1» – поверхность арматуры чистая (при вскрытии);			
	«2» – локальные участки повреждения арматуры поверхностной коррозией (точки и пятна коррозии);			
	«3» – сплошная поверхностная коррозия арматуры;			
	«4» – локальные участки язвенной, пластинчатой коррозии арматуры, растрескивание защитного слоя бетона;			
	«5» – пластинчатая коррозия арматуры, растрескивание и выдавливание защитного слоя бетона продуктами коррозии.			
Характеристики термов				
Обозначение термина	В (высокий)	ВС (выше среднего)	НС (ниже среднего)	Н (низкий)
$\mu(1)$	1,000	0,676	0,149	0
$\mu(2)$	0,819	1,000	0,782	0
$\mu(3)$	0,575	0,905	1,000	0,413
$\mu(4)$	0,016	0,335	0,800	0,781
$\mu(5)$	0	0,012	0,166	1



Рис. 3. Алгоритм нечёткого логического вывода Э. Мамдани. Схема автора статьи

решает такие сложные задачи, как классификация, распознавание образов, обработка изображений, идентификация, прогнозирование, и как реализовать эти возможности с помощью автоматических устройств.

В настоящее время нейросетевая теория и технология – одна из наиболее динамично развивающихся областей искусственного интеллекта, которая успешно применяется в различных прикладных областях, таких как прогнозирование различных показателей, сложные системы управления, распознавание образов и др. [37].

Нервная система человека, конечно, гораздо сложнее тех устройств, которые можно создать с помощью современных технологий, но для успешного решения многих практических задач оказалось вполне достаточно «подсмотреть» лишь общие принципы функционирования нервной системы. Важно не буквальное соответствие живому прототипу, а продуктивность технической идеи.

Нейронные сети – это универсальный механизм обработки информации, а также это инструмент для получения новых знаний.

Понятие формального (математического) нейрона и нейронной сети было введено У. Мак-Коллоком и В.Питтсом в 1943 году [38].

При работе с математическими нейронами обычно используют следующие обозначения: x – входные данные (сигналы, поступающие к нейрону), w – весовые коэффициенты (синапсы), h – тело нейрона, y – выход нейронной сети (рис. 4).

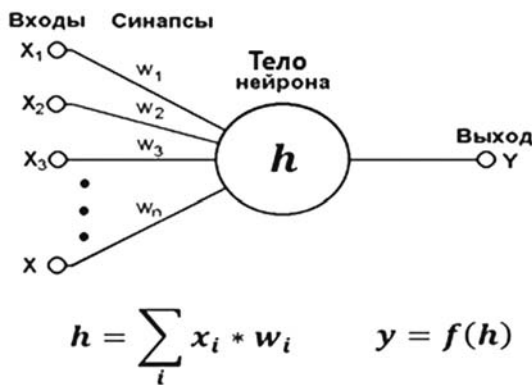


Рис. 4. Модель нейрона

Сигмоидальные функции

$$-\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \text{ (логистическая)}$$

$$-th(x) = \frac{e^{2x}-1}{e^{2x}+1}$$

(гиперболический тангенс)

Функция Хевисайда

$$-\theta(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$$

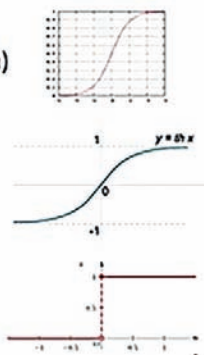


Рис. 5. Функции активации

Весовой коэффициент – это коэффициент связи между нейронами, который показывает, насколько сильно связаны между собой те или иные нейроны. В процессе обучения сети веса меняются, и если вес положительный, то идёт усиление сигнала в нейроне, к которому он приходит. Если вес нулевой, то влияние одного нейрона на другой отсутствует. Если же вес отрицательный, то идёт погашение сигнала в принимающем нейроне. y – это выход нейронной сети, то, что мы получаем в результате обработки нейронном поданного на него сигнала. Это некоторая функция от накопившейся в теле нейрона взвешенной суммы. Для обработки сигнала с тела нейрона можно использовать разные функции (сигмоидальные, гиперболический тангенс, Хевисайда и др.) (рис.5).

Нейронные сети не программируются, они обучаются на примерах с известными правильными решениями. Обучению ИНС посвящено огромное количество работ [39–44].

Нейросетевая модель представляет собой многослойный перцептрон прямого распространения сигнала (рис. 6), на вход которого поступают параметры, а на выходе формируется вектор нулей и единиц, соответствующий наличию (единица) или отсутствию (ноль) того или иного дефекта на момент наступления конца интервала прогнозирования. При этом для снижения затрат вычислительных ресурсов и сокращения времени получения прогноза возникновения дефектов целесообразно на вход нейросетевой модели подавать не значения конкретных параметров дефектов конструкций, а их отклонения от некоторого нормативного значения.

Обучение нейронной сети – это процесс оптимизации весовых коэффициентов, в котором минимизируется ошибка предсказания, и сеть достигает требуемого уровня точности. В общем случае нейронная сеть обучается только за счёт изменения весов.

Возможны три типа обучения: с учителем, без учителя и с подкреплением.

Обучение с учителем – это часто решаемая задача, когда у нас есть выборка, и мы знаем по ней правильные ответы.

Например: у нас есть выборка характерных параметров конкретных конструкций здания (в отклонениях от нормативного значения), и мы знаем о появившихся в них дефек-

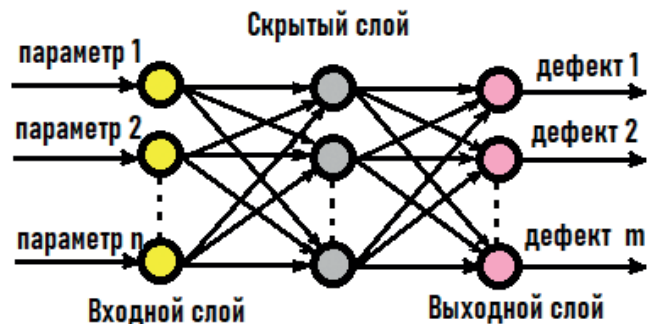


Рис. 6. Нейросетевая модель (перцептрон) прогнозирования появления дефектов в конструкции. Схема автора статьи

тах, выявленных при проведении регулярного обследования (мониторинга) и/или в результате аварийных ситуаций, то есть мы знаем правильные ответы. Наша цель – спрогнозировать появление дефектов в конструкциях.

После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений и (или) каких-то существующих в настоящий момент факторов. Способность нейронной сети к прогнозированию напрямую следует из её способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. Следует отметить, что прогнозирование возможно только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущее.

Обучение без учителя – используется в тех случаях, когда требуется обнаружить внутренние взаимосвязи, зависимости и закономерности, существующие между объектами, но заранее мы не знаем, в чём именно заключаются эти закономерности. В этом случае мы подаём на вход сети какие-то данные и предполагаем, что в них можно выделить несколько классов.

Например: *исследуя эффективность применения разных видов добавок можно выявить их влияние на разные свойства бетона, такие как усадка, прочность, долговечность, морозостойкость и др.* [45].

Обучение с подкреплением немного похоже на обучение с учителем, когда есть готовая база верных ответов. Отличие заключается в том, что в этом случае у нейронной сети нет всей базы сразу, а дополнительные данные приходят в процессе обучения и дают сети обратную связь о том, достигнута цель или нет.

При нейросетевом моделировании отсутствуют такие трудоёмкие и дорогостоящие процедуры, как извлечение знаний и их формализация. Вместо этого предлагается целый арсенал алгоритмов обучения нейронной сети [46; 45], осуществляющих автоматическое извлечение знаний, и стандартный способ их хранения в виде сил синаптических связей.

Одной из ключевых задач при создании нейронных сетей является *выбор её архитектуры*. Он производится разработчиком, исходя из стоящей перед ним задачи. Любая архитектура ИНС состоит из искусственных нейронов – элементов обработки, имеющих структуру связанных друг с другом слоёв: *входного*, состоящего из входных нейронов (*параметров*), которые передают информацию в *скрытый* слой/слои («чёрный ящик»), и *выходного* слоя.

Нейросети целесообразно использовать, когда отсутствует возможность построения детерминированной математической модели, основанной на явных знаниях.

В нашей работе эта технология применялась для определения остаточного ресурса зданий перегрузочных узлов в стальном каркасе, эксплуатируемых в агрессивной среде предприятий калийной промышленности [48]. Оценивалась возможность применения нейросетей для прогнозирования диаметра грунтоцементных элементов при усилении грунтового основания по технологии струйной цементации [49].

К серьёзному преимуществу нейросетевых технологий можно отнести принципиальную возможность выявления новых, ещё не известных экспертам знаний, в отличие от ЭС, которые оперируют только теми знаниями и закономерностями предметных областей, которые заложены в неё экспертом.

Но для многих сложных систем, таких как строительные объекты, характерно наличие большого числа факторов, влияющих на исследуемый показатель (выход), и ограниченного (по отношению к числу факторов) объёма наблюдений данных факторов, используемых при построении модели. Для решения подобных задач академик А.Г. Ивахненко предложил метод группового учёта аргументов (МГУА) [50]. Этот метод основан на использовании аппарата нечётко-логических (гибридных) нейронных сетей в процессе построения моделей.

Могут ли нейронные сети решать системы дифференциальных уравнений?

Неотъемлемой частью диагностики строительных объектов являются поверочные расчёты несущей способности элементов с учётом их реального состояния, то есть с учётом наличия дефектов, трещин и изменения свойств материалов.

Несмотря на большое количество уже известных практических приложений искусственных нейронных сетей, возможности их дальнейшего использования окончательно не исчерпаны.

В настоящее время для расчётов сложных строительных объектов обычно используются численные методы и современные программные комплексы, в которых, главным образом, реализован метод конечных элементов (МКЭ). Это традиционный решатель, который решает дифференциальные уравнения в частных производных (ДУЧП) путем дискретизации конечномерных пространств, то есть переход от континуальной математической модели к дискретной осуществляется путём замены функций непрерывного аргумента функциями дискретного аргумента. При этом предъявляются специальные требования к выбору *аппроксимирующих* (базисных) функций. Точность решения в большой степени зависит от размерности и качества разбиения исходной области на конечные элементы, то есть решается важная вспомогательная задача выбора оптимальной конечно-элементной сетки и при этом решается только один экземпляр уравнений.

Сложность геометрии объектов, нелинейность моделей, качество сетки, большое число уравнений, а также неточность в задании коэффициентов уравнений, краевых и начальных условий требуют применения разного рода искусственных приёмов. Поэтому в последние годы появился интерес к применению нейросетевой технологии для конструирования соответствующих алгоритмов, использующих достоинства нейросетевых аппроксимаций [51–55].

Математики обратили внимание, что за интригующими словами о моделировании мозга кроется в общем-то несложный математический аппарат, ориентированный на решение традиционной математической задачи *аппроксимации данных*,

то есть искусственные нейронные сети являются хорошими аппроксиматорами различных нелинейных зависимостей.

Действительно, с математической точки зрения обученная нейронная сеть – это нелинейная векторная функция, аппроксимирующая статистические данные. Она связывает входные (управляющие) и выходные (управляемые) случайные величины и может быть ценным инструментом для оценки и прогнозирования безопасности и долговечности строительных объектов.

Классическое развитие НС сосредоточено на изучении отображений между *конечномерными евклидовыми пространствами*, то есть они обычно обучаются аппроксимации функций между входами и выходами, определёнными в *евклидовом пространстве*, (оси x, y, z).

Так называемые «свёрточные нейронные сети» (СНС) оказались удивительно хорошо приспособленными к поиску закономерностей в *двумерных* наборах данных [58], например, в задачах компьютерного зрения для распознавания дефектов на элементах конструкций. Но применительно к трёхмерным объектам неправильной формы, к облакам точек – эта архитектура машинного обучения уже не эффективна.

Недавно учёные Амстердамского университета разработали теоретическую платформу – калибровочно-эквивариантных свёрточных нейросетей (КЭСНС), которые позволили вывести СНС за пределы плоскости, и находить закономерности на любых геометрических поверхностях [59; 60].

Задачи взаимодействия конструкций с жидкостью/газом представляют большой и неослабевающий интерес. Основная сложность моделирования заключается в необходимости получения совместного согласованного решения уравнений динамики конструкций и уравнений движения жидкости/газа. Требуется учитывать произвольную трёхмерную геометрию строительного объекта и граничные условия.

В 2021 году представлен Нейронный Фурье-оператор [60], изучающий отображения между *бесконечномерными функциональными пространствами*, инвариантный к дискретизации параметров сети для входного и выходного пространств, который может передавать решения между сетками. Его нужно обучать только один раз. Метод достаточно обобщён для того, чтобы решать целые семейства ДУЧП, например, уравнения Навье–Стокса для любого типа жидкости, газа, воздуха. Как утверждают авторы, это в тысячу раз быстрее, чем использовать традиционные математические формулы МКЭ, что уменьшает зависимость от суперкомпьютеров и увеличивает вычислительные возможности моделирования задач.

Нейронные сети сегодня предлагается трактовать как новый универсальный подход к численному решению задач математической физики, а метод конечных элементов рассматривать как частный случай радиально-базисных RBF-сетей с персептронными коэффициентами [56].

При этом никто не предлагает отказываться от использования старых подходов. Если они успешно работают – замечательно. Задачи, для которых известны точные или приближённые решения, удобно использовать для проверки нейросетевых методов,

а классические численные подходы можно применить для выбора начальных приближений при настройке нейронных сетей.

Заключение

Возможности интеллектуальных технологий постоянно совершенствуются, и в настоящее время в строительной отрасли это направление активно развивается и вызывает всё больший интерес.

Реализована возможность выявлять и контролировать автоматизированным способом причинно-следственную связь между признаками и состоянием конструкций, обеспечивающая поддержку решения инженера-обследователя в вопросе определения категории технического состояния конструкций. Это позволит каждому отдельно взятому специалисту увидеть альтернативные оценки предложенных решений и, возможно, пересмотреть их в результате совместного анализа. После такого независимого исследования гораздо проще сделать наиболее правильный итоговый выбор.

Внедрение интеллектуальных технологий в практическую деятельность инженера-строителя для определения категории технического состояния конструкций позволит повысить эффективность принятия решения за счёт сокращения времени на аналитическую обработку сведений по результатам освидетельствований и измерений, а также снижения неопределённостей в результатах при решении задач большой размерности.

Применение технологий искусственного интеллекта может открыть множество возможностей, таких как надзор за строительной площадкой, автоматическое обнаружение аномалий, дефектов строительных объектов и интеллектуальное обслуживание.

Список источников

1. Machine Learning in Construction: From Shallow to Deep Learning / Yayin Xu, Ying Zhou, Przemysław Sekuła, Lieyun Ding. – DOI: 10.1016/j.dibe.2021.100045. – Текст : электронный. – URL: https://www.researchgate.net/publication/349488030_Machine_learning_in_construction_From_shallow_to_deep_learning (дата обращения 20.10.2023).
2. Nieto-Morote, A. A Fuzzy Approach to construction Project Risk Assessment / A. Nieto-Morote, F. Ruz-Vila. – Текст : непосредственный // International Journal of Project Management. – 2011. – Vol. 29, № 2. – P. 220–231.
3. Fazel Zarandi, M.H. Fuzzy Polynomial Neural Networks for Approximation of the Compressive Strength of Concrete / M.H. Fazel Zarandi, I.B. Turksen, J. Sobhani, A.A. Ramezani-pour. – Текст : непосредственный // Applied Soft Computing Journal. – 2008. – Vol. 8, № 1. – P. 488–498.
4. Sariyar, O. Expert System Approach for Soil Structure Interaction and Land Use / O. Sariyar, D.N. Ural. – Текст : непосредственный // Journal of Urban Planning and Development. – 2010. – Vol. 136, № 2. – P. 135–138.
5. Zain, F.M. An Expert System for Mix Design of High Performance Concrete / F.M. Zain, M.N. Islam, I.H. Basri. – Текст

- : непосредственный // *Advances in Engineering Software*. – 2005. – Vol. 36, № 5. – P. 325–337.
6. *Cheng, M.Y.* Evaluating Subcontractor Performance Using Evolutionary Fuzzy Hybrid Neural Network / M.Y. Cheng, H.C. Tsai, E. Sudjono. – Текст : непосредственный // *International Journal of Project Management*. – 2011. – Vol. 29, № 3. – P. 349–356.
7. *Солдатенко, Т.Н.* Модель деловой репутации подрядчика при строительстве здания / Т.Н. Солдатенко. – Текст : непосредственный // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2014. – № 12 (27). – С. 7–23.
8. *Zhao, Z.* A fuzzy System for Concrete Bridge Damage Diagnosis / Z. Zhao, C. Chen // *Computers & Structures*. – 2002. – Vol. 80, № 7-8. – P. 629–641.
9. *Moodi, F.* Research into a Management System for Diagnosis, Maintenance, and Repair of Concrete Structures / F. Moodi, J. Knapton. – Текст : непосредственный // *Journal of Construction Engineering and Management*. – 2003. – Vol. 129, № 5. – P. 555–561.
10. *Sobhani, J.* Service Life of the Reinforced Concrete Bridge Deck in Corrosive Environments: A Soft Computing System / J. Sobhani, A. A. Ramezani-pour. – Текст : непосредственный // *Applied Soft Computing Journal*. – 2011. – Vol. 11, № 4. – P. 3333–3346.
11. *Панкевич, О.Д.* Застосування нечітких моделей для діагностики будівельних конструкцій / О.Д. Панкевич, С.Д. Штовба. – Текст : непосредственный // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2011. – № 4. – С. 32–36.
12. *Khader, M. Hamdia.* Expert System for Structural Evaluation of Reinforced Concrete Buildings in Gaza Strip Using Fuzzy Logic / Khader M. Hamdia. // A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master of Science in Civil Engineering Rehabilitation and Design of Structure. 2010. 92 p
13. Monitoring Biological Crusts in Civil Engineering Structures Using Intensity Data from Terrestrial Laser Scanners / H. Gonzalez-Jorge, D. Gonzalez-Aguilera, P. Rodriguez-Gonzalvez, P. Arias. – Текст : непосредственный // *Construction and Building Materials*. – 2012. – Vol. 31. – P. 119–128.
14. *Коняева, Е.И.* Методы кластеризации в задачах оценки технического состояния зданий и сооружений в условиях неопределённости : дис. канд. техн. наук : 05.13.01 / Е.И. Коняева – Рязань, 2010. – 291 с. – Текст : непосредственный.
15. *Солдатенко, Т.Н.* Модель идентификации и прогноза дефектов строительной конструкции на основе результатов её обследования / Т.Н. Солдатенко. – Текст : непосредственный // *Инженерно-строительный журнал*. – 2011. – № 7 (25). – С. 52–61.
16. *Kashevarova, G.G.* Development of Expert System Module for Technical State Categories of Construction Structures / G.G. Kashevarova, Y.L. Tonkov. – Текст : непосредственный // *Инновационные процессы в исследовательской и образовательной деятельности*. – 2014. – № 1. – С. 165–168.
17. *Левин, Р.* Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями / Р. Левин, Д. Дранг, Б. Эдельсон. – Москва : Финансы и статистика, 1990. – 239 с. – Текст : непосредственный.
18. Построение экспертных систем / Пер. с англ. ; Под ред. Ф. Хейеса-Рота, Д. Уотермана, Д. Лената. – Москва : Мир, 1987. – 441 с. – Текст : непосредственный.
19. *Гаврилова, Т.А.* Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем / Т.А. Гаврилова, К.Р. Червинская. – Москва : Радио и связь, 1992. – 200 с. – Текст : непосредственный.
20. *Муромцев, Д.И.* Введение в технологию экспертных систем / Д.И. Муромцев. – Санкт-Петербург : СПб ГУ ИТМО, 2005. – 93 с. – Текст : непосредственный.
21. *Смирнов, С.В.* Онтологический анализ предметных областей моделирования / С.В. Смирнов. – Текст : непосредственный // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2001. – Т. 3, № 1. – С. 62–70.
22. *Гаврилова, Т.А.* Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем / Т.А. Гаврилова. – Текст : непосредственный // *Новости искусственного интеллекта*. – 2003. – № 2. – С. 24–30.
23. *Палагин, А.В.* Методика проектирования онтологии предметной области / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко, К.С. Малахов. – Текст : непосредственный. // *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. – 2011. – № 10. – С. 5–12.
24. *Кашеварова, Г.Г.* Онтологический анализ нечёткой базы знаний в системе поддержки принятия решений о техническом состоянии изгибаемых железобетонных конструкций / Г. Г. Кашеварова, Ю. Л. Тонков. – Текст : непосредственный // *Международный журнал по расчёту гражданских и строительных конструкций [International Journal for Computational Civil and Structural Engineering]*. – 2015. – Т. 11, № 4. – С. 86–97.
25. *Кашеварова, Г.Г.* Построение концептуальной кон-файнмент-модели базы знаний технической диагностики зданий и сооружений / Г.Г. Кашеварова. – Текст : непосредственный // *Academia. Архитектура и строительство*. – 2020. – № 3. – С. 116–123.
26. *Кофман, А.* Введение в теорию нечётких множеств / А. Кофман ; Пер. с франц. – Москва : Радио и связь, 1982. – 432 с. – Текст : непосредственный.
27. *Коняшева, Л.К.* Основы теории нечётких множеств : учеб. пособие / Л.К. Коняшева, Д.М. Назаров. – Санкт-Петербург : Питер, 2011. – 192 с. – Текст : непосредственный.
28. *Заде, Л.А.* Понятие лингвистической переменной и её применение к понятию приближённых решений / Л. Заде. – Москва : Мир, 1976. – 165 с. – Текст : непосредственный.
29. *Заде, Л.А.* Роль мягких вычислений и нечёткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем / Л.А. Заде. – Текст : непосредственный // *Новости искусственного интеллекта*. – 2001. – № 2-3. – С. 7–11.
30. *Тэрано, Т.* Прикладные нечёткие системы / Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – Москва : Мир, 1993. – 36 с. – Текст : непосредственный.

31. *Леоненков А.В.* Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с. – Текст : непосредственный.
32. *Павлов, А.Н.* Принятие решений в условиях нечёткой информации : Учебное пособие / А.Н. Павлов, Б.В. Соколов. – Санкт-Петербург : СибГУАП, 2006 – 72 с. – Текст : непосредственный.
33. *Тонков, Ю.Л.* Выбор эффективного метода построения функций принадлежности для оценки качественных признаков технического состояния строительных конструкций / Ю.Л. Тонков. – Текст : непосредственный // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. – 2016. – № 3 (23). – С. 126–146.
34. *Захаров В.А.* О выборе методов построения функций принадлежности для формализации задач принятия решений / В.А. Захаров. – Текст : электронный. – URL: <http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-12-html/borisov/zakharov/zakharov.htm> (дата обращения 20.10.2023).
35. *Кашеварова, Г.Г.* О построении функций принадлежности нечёткого множества в контексте задачи диагностики повреждений железобетонных плит / Г.Г. Кашеварова, Ю.Л. Тонков, М.Н. Фурсов. – Текст : непосредственный // Международный журнал по расчёту гражданских и строительных конструкций [International Journal for Computational Civil and Structural Engineering]. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 93–101.
36. *Kashevarova, G.G.* Membership Functions of Fuzzy Sets in the Diagnosis of Structures Pathology / G.G. Kashevarova, Y.L. Tonkov, M.N. Fursov // Informatics, Networking and Intelligent Computing : Proceedings of the International Conference INIC 2014. – Shenzhen, China, 2014. – P. 261–264.
37. *Grossberg, S.* Studies of Mind and Brain / S. Grossberg. – Boston : Reidel, 1982. – Текст : непосредственный.
38. *McCulloch, V.S.* A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity / V.S. McCulloch, W.H. Pitts. – Текст : непосредственный // Bull. Math. Biophysics. – 1943. – Vol. 2. – P. 548–558.
39. *Галушкин, А.И.* Нейросетевые технологии в России (1982–2010) / А.И. Галушкин, С.Н. Симоров. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. – 316 с. – Текст : непосредственный.
40. *Горбань, А.Н.* Обучение нейронных сетей / А.Н. Горбань. – Москва : ПараГраф, 1990. – 159 с. – Текст : непосредственный.
41. *Каллан, Р.* Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан ; Пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2001. – 288 с. – Текст : непосредственный.
42. *Колмогоров, А.Н.* О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиций непрерывных функций одного переменного и сложения / А.Н. Колмогоров. – Текст : непосредственный // Доклады АН СССР. – Москва : Изд-во АН СССР, 1957. – Т. 114. – С. 953–956.
43. *Хайкин, С.* Нейронные сети. Полный курс/ Хайкин С. ; 2-е изд. ; Пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2006. – 1104 с. – Текст : непосредственный.
44. *Ясницкий, Л.Н.* Интеллектуальные системы / Ясницкий Л.Н. – Москва : Лаборатория знаний, 2016. – 221 с. – Текст : непосредственный.
45. *Strength and Durability of Concretes With a Super Absorbent Polymer Additive / K.B. Sharafutdinov, K.A. Saraykina, G.G. Kashevarova [и др.]* – Текст : непосредственный // Международный журнал по расчёту гражданских и строительных конструкций [International Journal for Computational Civil and Structural Engineering]. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 120–135.
46. *Головко, В.А.* Нейросетевые технологии обработки данных : Учебное пособие / В.А. Головко, В.В. Краснопрошин. – Минск : БГУ, 2017. – 263 с. – ISBN 978-985-566-467-4. – Текст : непосредственный.
47. *Осовский, С.* Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский ; Пер. с польского. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 344 с. – ISBN 5-279-02567-4. – Текст : непосредственный.
48. *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. – Текст : непосредственный // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. – 2023. – № 1 (49). – С. 41–52.
49. *Ovchinnikov, N.M.* Predicting the Diameter of Soil-Cement Columns Using Neural Networks / N.M. Ovchinnikov, G.G. Kashevarova. – Текст : непосредственный // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration : . Proceedings of the International Conference. – Beijing, 2022. – С. 125–132.
50. Нейро-нечёткий метод построения моделей сложных объектов / А.В. Клименко, О.В. Стоянова, М.И. Дли, Ю.Г. Бояринов. – Текст : непосредственный // Прикладная информатика. – 2007. – № 3 (9). – С. 119–127.
51. *Горбаченко, В.И.* Два подхода к обучению радиально-базисных нейронных сетей при решении дифференциальных уравнений в частных производных / В.И. Горбаченко, Е.В. Артюхина. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2007. – № 2. – С. 56–66.
52. *Коваленко, А.Н.* О применении нейронных сетей для решения дифференциальных уравнений в частных производных / А.Н. Коваленко, А.А. Черноморец, М.А. Петина. – Текст : непосредственный // Научные ведомости. Серия «Экономика. Информатика». – 2017. – № 9 (258), Вып. 42. – С. 103–110.
53. *Васильев, А.Н.* Нейросетевое моделирование. Принципы. Алгоритмы. Приложения / А.Н. Васильев, Д.А. Тархов. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2009. – 527 с. – Текст : непосредственный.
54. *Горбаченко, В.И.* Нейросетевые алгоритмы решения краевых задач теории поля / В.И. Горбаченко. – Текст : непосредственный // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2007. – № 8. – С. 13–20.
55. *Горбаченко, В.И.* Нейросетевая реализация метода конечных элементов / Горбаченко В.И., Земскова Ю.Н. – Текст : непосредственный // Известия ПГПУ. Физико-математические и технические науки. – 2008. – № 8 (12). – С. 98–103

56. Васильев, А.Н. Нейросетевой подход к задачам математической физики / Васильев А.Н., Тархов Д.А. – Санкт-Петербург : Нестор-История, 2015. – 259 с. – Текст : непосредственный.

57. Sirignano, J. DGM: A Deep Learning Algorithm for Solving Partial Differential Equations / J. Sirignano, K. Spiliopoulos. – Текст : электронный // Journal of Computational Physics. – 2018. – № 375. – С. 1339–1364. – URL: https://www.researchgate.net/publication/319272045_DGM_A_deep_learning_algorithm_for_solving_partial_differential_equations (дата обращения 20.10.2023).

58. Krizhevskii, A. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks / A. Krizhevskii, I. Sutskever, Dzh. Khinton. – Текст : электронный // Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, no. 25, pp. 1097–1105.

59. Neural ordinary differential equations / Tian Qi Chen, Yulia Rubanova, Jesse Bettencourt, and David K. Duvenaud. – URL: https://www.researchgate.net/publication/325862588_Neural_Ordinary_Differential_Equations (дата обращения 20.10.2023).

60. Fourier Neural Operator for Parametric Partial Differential Equations / Zongyi Li, Nikola Kovachki, Камыар Azizzadenesheli, Burigede Liu, Kaushik Bhattacharya, Andrew Stuart, Anima Anandkumar. – URL: https://www.researchgate.net/publication/345396565_Fourier_Neural_Operator_for_Parametric_Partial_Differential_Equations (дата обращения 20.10.2023).

References

1. Yain' Syui, In Chzhou, Pshemyslav Sekula, Liyun' Din. Machine Learning in Construction: From Shallow to Deep Learning. URL: https://www.researchgate.net/publication/349488030_Machine_learning_in_construction_from_shallow_to_deep_learning (Accessed 10/20/2023). (In Engl.)

2. Nieto-Morote A., Ruz-Vila F. A Fuzzy Approach to Construction Project Risk Assessment. In: *International Journal of Project Management*, 2011, Vol. 29, no. 2, pp. 220–231. (In Engl.)

3. Fazel Zarandi M.H., Turksen B., Sobhani J., Ramezani pour A.A. Fuzzy Polynomial Neural Networks for Approximation of the Compressive Strength of Concrete. In: *Applied Soft Computing Journal*, 2008, Vol. 8, no. 1, pp. 488–498. (In Engl.)

4. Sariyar O. Ural D.N. Expert System Approach for Soil Structure Interaction and Land Use. In: *Journal of Urban Planning and Development*, 2010, Vol. 136, no. 2, pp. 135–138. (In Engl.)

5. Zain F.M., Islam M.N., Basri I.H. An Expert System for Mix Design of High Performance Concrete. In: *Advances in Engineering Software*, 2005, Vol. 36, no. 5, pp. 325–337. (In Engl.)

6. Cheng M.Y., Tsai H.C., Sudjono E. Evaluating Subcontractor Performance Using Evolutionary Fuzzy Hybrid Neural Network. In: *International Journal of Project Management*, 2011, Vol. 29, no. 3, pp. 349–356. (In Engl.)

7. Soldatenko T.N. Model' delovoi reputatsii podryadchika pri stroitel'stve zdaniya [Model of Business Reputation of a

Contractor at Building Construction]. In: *Stroitel'stvo unikal'nykh zdanii i sooruzhenii [Construction of Unique Buildings and structures]*, 2014, no. 12 (27), pp. 7–23 (In Russ., abstr. in Engl.).

8. Zhao Z., Chen C. A Fuzzy System for Concrete Bridge Damage Diagnosis. In: *Computers & Structures*, 2002, Vol. 80, no. 7-8, pp. 629–641. (In Engl.)

9. Moodi F., Knapton J. Research into a Management System for Diagnosis, Maintenance, and Repair of Concrete Structures. In: *Journal of Construction Engineering and Management*, 2003, Vol. 129, no. 5, pp. 555–561. (In Engl.)

10. Sobhani J., Ramezani pour A.A. Service Life of the Reinforced Concrete Bridge Deck in Corrosive Environments: A Soft Computing System. In: *Applied Soft Computing Journal*, 2011, Vol. 11, no. 4, pp. 3333–3346. (In Engl.)

11. Pankevich O.D., Shtovba S.D. Zastouvannya nechitkikh modelei dlya diagnostiki budivel'nikh konstruksii [Consolidation of Fuzzy Models for Diagnostics of Building Structures]. In: *Visnik Vinnits'kogo politekhnichnogo institutu [Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute]*, 2011, no. 4, pp. 32–36. (In Ukr.)

12. Hamdia K.M. Expert System for Structural Evaluation of Reinforced Concrete Buildings in Gaza Strip Using Fuzzy Logict. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master of Science in Civil Engineering – Rehabilitat / Khader M. Hamdia. – 2010. – VIII, 74 s. (In Engl.)

13. Gonzalez-Jorge H., Gonzalez-Aguilera D., Rodriguez-Gonzalvez P., Arias P. Monitoring Biological Crusts in civil Engineering Structures Using Intensity Data from Terrestrial Laser Scanners. In: *Construction and Building Materials*, 2012, Vol. 31, pp. 119–128. (In Engl.)

14. Konyaeva E.I. Metody klasterizatsii v zadachakh otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya zdanii i sooruzhenii v usloviyakh neopredelennosti [Clustering Methods in Problems of Assessing the Technical Condition of Buildings and Structures Under Conditions of Uncertainty]. Cand. in tekhn. diss. Ryazan', 2010, 291 p. (In Russ.)

15. Soldatenko T.N. Model' identifikatsii i prognoza defektov stroitel'noi konstruksii na osnove rezul'tatov ee obsledovaniya [Model of Identification and Prediction of Building Design Defects on the Basis of Its Inspections Results]. In: *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal [Magazine of Civil Engineering]*, 2011, no. 7 (25), pp. 52–61. (In Russ., abstr. in Engl.)

16. Kashevarova G.G., Tonkov Y.L. Development of Expert System Module for Technical State Categories of Construction Structures. In: *Innovatsionnye protsessy v issledovatel'skoi i obrazovatel'noi deyatelnosti [Innovations in Research and Education Activities]*, 2014, no. 1, pp. 165–168. (In Engl.)

17. Levin R., Drang D., Edel'son B. Prakticheskoe vvedenie v tekhnologiyu iskusstvennogo intellekta i ekspertnykh sistem s illyustratsiyami [Practical Introduction to the Technology of Artificial Intelligence and Expert Systems with Illustrations]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1990, 239 p. (In Russ.)

18. Kheies-Rot F., Uoterman D., Lenat D. (eds.). Postroenie ekspertnykh sistem [Construction of Expert Systems], trans. from Engl. Moscow, Mir Publ., 1987, 441 p. (In Russ.)
19. Gavrilova T.A., Chervinskaya K.R. Izvlechenie i strukturirovanie znaniy dlya ekspertnykh sistem [Extraction and Structuring of Knowledge for Expert Systems]. Moscow, Radio i Svyaz' Publ., 1992, 200 p. (In Russ.)
20. Muromtsev, D.I. Vvedenie v tekhnologiyu ekspertnykh sistem [Introduction to the Technology of Expert Systems]. St. Petersburg, SPb GU ITMO Publ., 2005, 93 p. (In Russ.)
21. Smirnov, S.V. Ontologicheskii analiz predmetnykh oblastei modelirovaniya [Ontological Analysis of Subject Areas of Modeling]. In: *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*, 2001, Vol. 3, no. 1, pp. 62–70. (In Russ., abstr. in Engl.)
22. Gavrilova T. A. Ontologicheskii podkhod k upravleniyu znaniyami pri razrabotke korporativnykh informatsionnykh sistem [Ontological Approach to Knowledge Management in the Development of Corporate Information Systems]. In: *Novosti iskusstvennogo intellekta [Artificial intelligence news]*, 2003, no. 2, pp. 24–30. (In Russ.)
23. Palagin A.V., Petrenko N.G., Malakhov K.S. Metodika proektirovaniya ontologii predmetnoi oblasti [Technique for Designing a Domain Ontology]. In: *Komp'yuterni zasobi, merezhi ta sistemi [Computer Tools, Networks and Systems]*, 2011, no. 10, pp. 5–12. (In Russ., abstr. in Ukr and Engl.)
24. Kashevarova G.G., Tonkov Yu. L. Ontologicheskii analiz nechetkoi bazy znaniy v sisteme podderzhki prinyatiya reshenii o tekhnicheskoy sostoyanii izgibaemykh zhelezobetonnykh konstruktsii [Fuzzy Knowledge Base Ontological Analysis in Support Decision System of the Technical State of Reinforced Bended Concrete Structure]. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal po raschetu grazhdanskikh i stroitel'nykh konstruktsii [International Journal for Computational Civil and Structural Engineering]*, 2015, Vol. 11, no. 4, pp. 86–97. (In Engl., abstr. in Russ.)
25. Kashevarova G.G. Postroenie kontseptual'noi konfainment-modeli bazy znaniy tekhnicheskoi diagnostiki zdaniy i sooruzhenii [Conceptual Confinement-Model of a Knowledge Base for Technical Diagnostics of Buildings and Structures]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2020, no. 3, pp. 116–123. (In Russ., abstr. in Engl.)
26. Kofman A. Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv [Introduction to the Theory of Fuzzy Sets], trans. from french. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1982, 432 p. (In Russ.)
27. Konysheva L.K., Nazarov D.M. Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv [Introduction to the Theory of Fuzzy Sets], textbook. St. Petersburg, Piter Publ., 2011, 192 p. (In Russ.)
28. Zade L.A. Ponyatie lingvisticheskoi peremennoi i ee primeneniye k ponyatiyu priblizhennykh reshenii [The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to the Concept of Approximate Solutions]. Moscow, Mir Publ., 1976, 165 p. (In Russ.)
29. Zade L.A. Rol' myagkikh vychislenii i nechetkoi logiki v ponimaniy, konstruirovaniy i razvitiy informatsionnykh intellektual'nykh sistem [The Role of Soft Computing and Fuzzy Logic in the Understanding, Design and Development of Information Intelligent Systems]. In: *Novosti iskusstvennogo intellekta [Artificial Intelligence News]*, 2001, no. 2-3, pp. 7–11. (In Russ.)
30. Terano T., Asai K., Sugeno M. Prikladnye nechetkie sistemy [Applied Fuzzy Systems]. Moscow, Mir Publ., 1993, 36 p. (In Russ.)
31. Leonenkov A.V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH [Fuzzy Modeling in MATLAB and FuzzyTECH]. St. Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2005, 736 p. (In Russ.)
32. Pavlov A.N., Sokolov B.V. Prinyatie reshenii v usloviyakh nechetkoi informatsii [Decision Making under Conditions of Fuzzy Information], Textbook. St. Petersburg, 2006, 72 p. ISBN 5-8088-0162-1. (In Russ.)
33. Tonkov Yu.L. Vybore effektivnogo metoda postroeniya funktsii prinadlezhnosti dlya otsenki kachestvennykh priznakov tekhnicheskogo sostoyaniya stroitel'nykh konstruktsii [Choosing an Effective Method for Determining Membership Functions to Assess Qualitative Characteristics in Technical State of Construction Structures]. In: *Vestnik PNIPU. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika [Applied Ecology. Urban Development]*, 2016, no. 3 (23), pp. 126–146. (In Russ., abstr. in Engl.)
34. Zakharov V.A. O vybore metodov postroeniya funktsii prinadlezhnosti dlya formalizatsii zadach prinyatiya reshenii [On the Choice of Methods for Constructing Membership Functions for Formalizing Decision-Making Problems]. URL: <http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-12-html/borisov/zakharov/zakharov.htm> (Accessed 10/20/2023). (In Russ.)
35. Kashevarova G.G., Fursov M.N., Tonkov Yu. L. O postroenii funktsii prinadlezhnosti nechetkogo mnozhestva v kontekste zadachi diagnostiki povrezhdenii zhelezobetonnykh plit [The Construction of Fuzzy Set Membership Functions in the Context of Damage Diagnostics Concrete Slab]. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal po raschetu grazhdanskikh i stroitel'nykh konstruktsii [International Journal for Computational Civil and Structural Engineering]*, 2014. Vol. 10, no. 2, pp. 93–101. (In Engl., abstr. in Russ.)
36. Kashevarova G.G., Tonkov Y.L., Fursov M.N. Membership Functions of Fuzzy Sets in the Diagnosis of Structures Pathology. In: *Informatics, Networking and Intelligent Computing (INIC 2014)*, Proceedings of the International Conference INIC 2014. Shenzhen, China, 2014, pp. 261–264. (In Engl.)
37. Grossberg S. Studies of Mind and Brain. Boston, Reidel, 1982. (In Engl.)
38. McCulloch V.S., Pitts W.H. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. In: *Bull. Math. Biophysics*, 1943, Vol. 2, pp. 548–558. (In Engl.)
39. Galushkin A.I., Simorov S.N. Neirosetevye tekhnologii v Rossii (1982–2010) [Neural Network Technologies in Russia (1982–2010)]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2011, 316 p. (In Russ.)
40. Gorban' A. N. Obuchenie neironnykh setei [Training of Neural Networks]. Moscow, SP ParaGraf Publ., 1990, 159 p. (In Russ.)

41. Kallan R. Osnovnye kontseptsii neironnykh setei [Basic Concepts of Neural Networks], trans. from Engl. Moscow, Vil'yams Publ., 2001, 288 p. (In Russ.)
42. Kolmogorov A.N. O predstavlenii nepreryvnykh funktsii neskol'kikh peremennykh v vide superpozitsii nepreryvnykh funktsii odnogo peremennogo i slozheniya [On the Representation of Continuous Functions of Several Variables in the Form of Superpositions of Continuous Functions of One Variable and Addition]. In: *Doklady AN SSSR [Reports of the USSR Academy of Sciences]*. Moscow, AN SSSR Publ., 1957, Vol. 114, pp. 953–956. (In Russ.)
43. Khaikin S. Neironnye seti: Polnyi kurs [Neural Networks. Full Course], trans. from Engl. Moscow, Vil'yams Publ., 2006, 1104 p. (In Russ.)
44. Yasnitskii L.N. Intel'lectual'nye sistemy [Intelligent Systems]. Moscow, Laboratoriya znaniy Publ., 2016, 221 p. (In Russ.)
45. Sharafutdinov K.B., Saraykina K.A., Kashevarova G.G., Sanyagina Ya.A., Erofeev V.T., Vatin N.I. Strength and durability of concretes with a super absorbent polymer additive. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal po raschetu grazhdanskikh i stroitel'nykh konstrukttsii [International Journal for Computational Civil and Structural Engineering]*, 2023. Vol. 19, no. 2, pp. 120–135. (In Engl., abstr. in Russ.)
46. Golovko V.A., Krasnoproshin V.V. Neurosetevye tekhnologii obrabotki dannykh [Neural Network Technologies for Data Processing], Textbook. Minsk, BGU Publ., 2017, 263 p. ISBN 978-985-566-467-4. (In Russ.)
47. Osovskii S. Neironnye seti dlya obrabotki informatsii [Neural Networks for Information Processing], trans. from Polish. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2002, 344 p. ISBN 5-279-02567-4. (In Russ.)
48. Platanov V.Yu., Kashevarova G.G. Opreделение ostatochnogo resursa zdaniy peregruzochnykh uzlov v stal'nom karkase, ekspluatiruyushchikhsya v agressivnoi srede predpriyatiya kaliinoi promyshlennosti [Determination of the Residual Life of Buildings of Reloading Units in a Steel Frame, Operating in an Aggressive Environment of a Potassium Industry Enterprise]. In: *Vestnik PNIPU. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika [Applied Ecology. Urban Development]*, 2023, no. 1 (49), pp. 41–52. (In Russ., abstr. in Engl.)
49. Ovchinnikov N.M., Kashevarova G.G. Predicting the Diameter of Soil-Cement Columns Using Neural Networks. In: *Scientific Research of the SCO Countries: Synergy and Integration*, Proceedings of the International Conference. Beijing, 2022, pp. 125–132. (In Engl.)
50. Klimenko A.V., Stoyanova O.V., Dli M.I., Boyarinov Yu.G.. Neuro-nechetkii metod postroeniya modelei slozhnykh ob"ektov [Neuro-Fuzzy Method for Constructing Models of Complex Objects]. In: *Prikladnaya informatika [Journal of Applied Information]*, 2007, no. 3 (9), pp. 119–127. (In Russ.)
51. Gorbachenko V.I., Artyukhina E.V. Dva podkhoda k obucheniyu radial'no-bazisnykh neironnykh setei pri reshenii differentsial'nykh uravnenii v chastnykh proizvodnykh [Two Approaches to Training Radial Basis Neural Networks for Solving Partial Differential Equations]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Tekhnicheskie nauki [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Materials. Constructions. Technologies]*, 2007, no. 2, pp. 56–66. (In Russ.)
52. Kovalenko A.N., Chernomorets A.A., Petina M.A. O primenenii neironnykh setei dlya resheniya differentsial'nykh uravnenii v chastnykh proizvodnykh [On the Neural Networks Application for Solving of Partial Differential Equations]. In: *Nauchnye vedomosti. Seriya Ekonomika. Informatika [Economics. Computer science]*, 2017. no. 9 (258), Iss. 42, pp. 103–110. (In Russ., abstr. in Engl.)
53. Vasil'ev A.N., Tarkhov D.A. Neurosetevoe modelirovanie. Printsipy. Algoritmy. Prilozheniya [Neural Network Modeling. Principles. Algorithms. Applications]. St. Petersburg, Polytechnic University Publishing House, 2009, 527 p. (In Russ.)
54. Gorbachenko V.I. Neurosetevye algoritmy resheniya kraevykh zadach teorii polya [The Method of Autonomous Adaptive Control of Field Theory]. In: *Neirokomp'yutery: razrabotka i primenenie [Neurocomputers]*, 2007, no. 8, pp. 13–20. (In Russ., abstr. in Engl.)
55. Gorbachenko V.I., Zemskova Yu.N. Neurosetevaya realizatsiya metoda konechnykh elementov [Neural Network Implementation of the Finite Element Method]. In: *Izvestiya PGPU. Fiziko-matematicheskie i tekhnicheskie nauki [News PGPU. Physics, Mathematics and Technical Sciences]*, 2008, no. 8 (12), pp. 98–103. (In Russ.)
56. Vasil'ev A.N., Tarkhov D.A. Neurosetevoi podkhod k zadacham matematicheskoi fiziki [Neural Network Approach to Problems of Mathematical Physics]. St. Petersburg, Nestor-Istoriya Publ., 2015, 259 p. (In Russ.)
57. Sirignano J., Spiliopoulos K. DGM: A Deep Learning Algorithm for Solving Partial Differential Equations. In: *Journal of Computational Physics*, 2018, no. 375, pp. 1339–1364. – URL: https://www.researchgate.net/publication/319272045_DGM_A_deep_learning_algorithm_for_solving_partial_differential_equations (Accessed 10/20/2023). (In Engl.)
58. Krizhevskii A., Sutskever I., Khinton Dzh. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2012, no. 25, pp. 1097–1105. (In Engl.)
59. Tian Qi Chen, Yulia Rubanova, Jesse Bettencourt, and David K. Duvenaud. Neural ordinary Differential Equations. URL: https://www.researchgate.net/publication/325862588_Neural_Ordinary_Differential_Equations (Accessed 10/20/2023). (In Engl.)
60. Zongyi Li, Nikola Kovachki, Kamyar Azizzadenesheli, Burigede Liu, Kaushik Bhattacharya, Andrew Stuart, Anima Anandkumar. Fourier Neural Operator for Parametric Partial Differential. URL: https://www.researchgate.net/publication/345396565_Fourier_Neural_Operator_for_Parametric_Partial_Differential_Equations (Accessed 10/20/2023). (In Engl.)

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 181.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 181.

События

Делегация РААСН–МАРХИ 16–19 сентября приняла участие в работе I Китайско-Российского Форума по архитектуре и градостроительству, состоявшегося в Китае в Пекинском Цзяотун университете

Делегация РААСН–МАРХИ 16–19 сентября приняла участие в работе I Китайско-Российского Форума по архитектуре и градостроительству, состоявшегося в Китае в Пекинском Цзяотун университете.

Заседания Форума начались церемонией в честь основания Ассоциации архитектурных и инженерно-строительных университетов Российской Федерации и Китайской Народной Республики (ААСТ), в которой приняли участие и подписали учредительный документ представители Московского архитектурного института, Пекинского Цзяотун университета, Пекинского технологического университета, Юго-Западного Цзяотун университета и Чанъаньского университета. В состав Ассоциации от России вошли также Российский университет Дружбы Народов и Уральский государственный архитектурно-художественный университет.

Вице-президент РААСН академик Г.В. Есаулов вручил профессору Х. Лин Фею Диплом иностранного члена РААСН.

Работе форума предшествовало открытие выставки «Традиции в современности, возрождение в виртуальной реальности: обзор архитектурного конкурса на проект Дворца Советов в Москве и его влияние на Китай и мир», подготовленная коллективом аспирантов и студентов университета

под руководством иностранного члена РААСН и почётного профессора МАРХИ профессора Ханя Лин Фея.

На конференции на тему «Меняющаяся форма материальной среды» с докладом «Современная архитектура в России» выступил вице-президент РААСН академик Г.В. Есаулов и советник РААСН, профессор В.В. Кочергин – с докладом «Архитектура медицинских зданий (салютогенный подход). Сетевая магистратура в МАРХИ».

По окончании конференции академик Г.В. Есаулов принял участие в дискуссии и комментариях на тему «Новое и старое, древнее и современное в архитектуре».

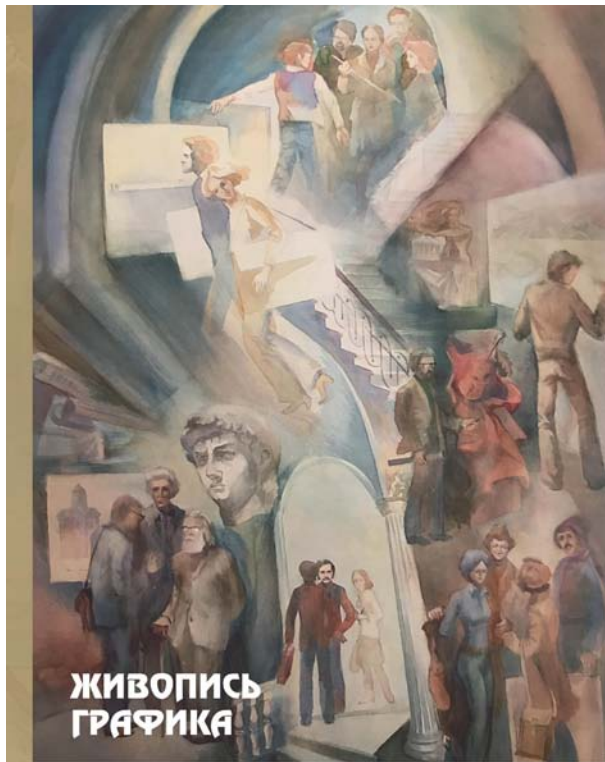
Проведению форума предшествовало участие делегации РААСН–МАРХИ в конференции на тему «Китайское архитектурное наследие XX века», на которой значительное внимание было уделено влиянию советской архитектуры на процессы стилиобразования китайской архитектуры 1940–1960 годов и вопросам сохранения построек этого периода.

Установление новых контактов и расширение форм работы университетов, как отметили участники Форума, будут способствовать активизации процессов академического обмена, конкурсному проектированию и развитию образования в вузах.



Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 182–183.
Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 182–183.

События



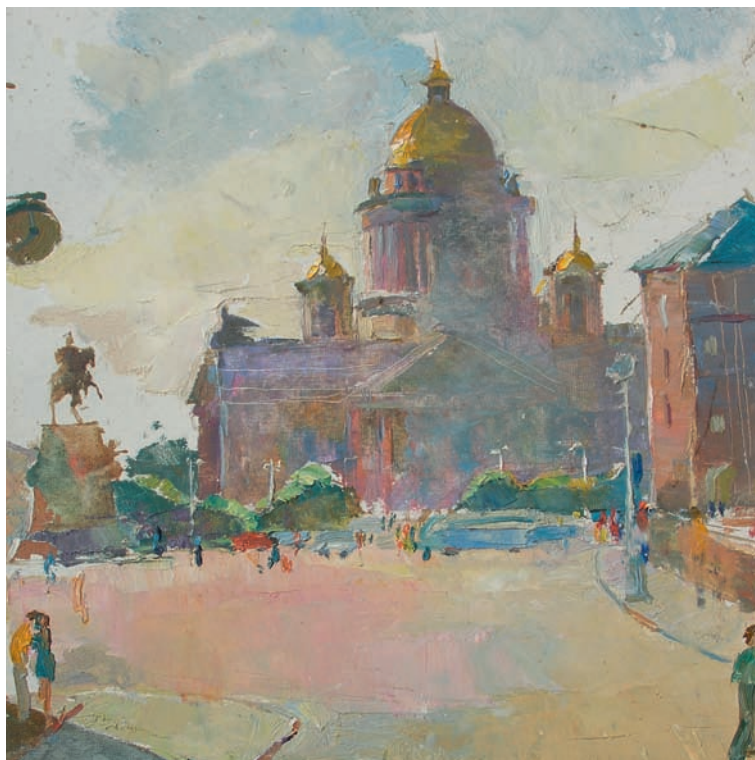
ГЕОРГИЙ ЕСАУЛОВ

Георгий Есаулов. Живопись. Графика : Альбом. / (авт. вступ. ст. Д.О. Швидковский, В.Б. Кошаев). М., 2023. – 160 с.: ил. – ISBN 978-5-9906765-1-0

В альбоме представлены живопись и графика Георгия Васильевича Есаулова, академика Российской академии архитектуры и строительных наук, почетного члена Российской академии художеств, заслуженного архитектора Российской Федерации, доктора архитектуры, профессора.

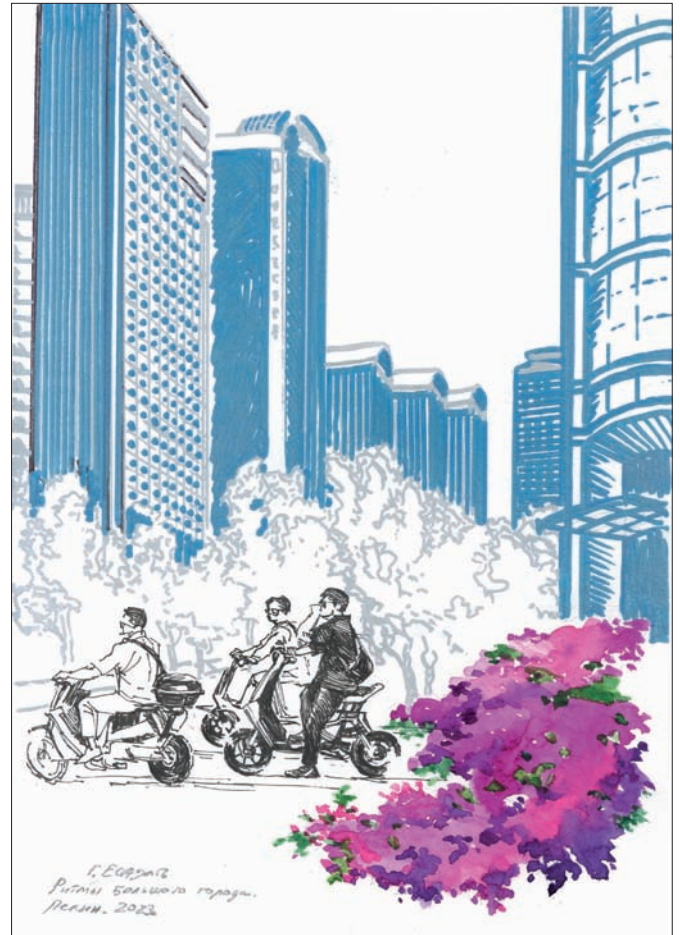
При многогранной и насыщенной деятельности Георгий Васильевич остается всегда одаренным и увлеченным художником и графиком, этот дар у него от Бога. В недолгое свободное время, в командировках и отпускных поездках, он создает легкие, изящные, цельные, узнаваемые листы и полотна. Его искусство точно, свободно и радостно, ощущаешь, что художник отдается своему творчеству всей душой, отрешаясь от суеты и трудностей повседневности. Качество рисунка, совершенство живописи показывают, что он настоящий мастер и я уверен, что те, кто увидят подготовленное издание, пусть и небольшое, но, на мой взгляд ярко и полно свидетельствующее о таланте почетного члена Российской академии художеств Георгия Васильевича Есаулова, согласятся с таким взглядом на его произведения.

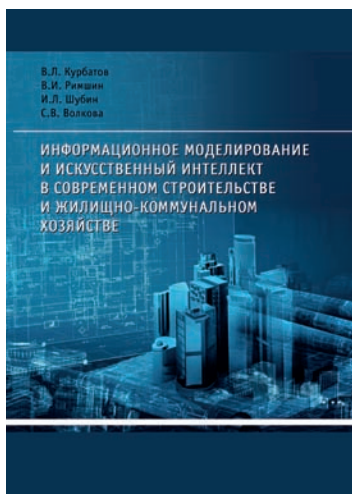
*Из вступительной статьи президента РААСН,
ректора МАРХИ академика
Д.О. Швидковского*



Образный строй архитектуры не рождается сам по себе – он сплав времени. И одним из самых действенных способов понимания архитектуры как синтеза времени в обстоятельствах творчества является изобразительное искусство, раннее освоение которого, думается, позволило Георгию Васильевичу прикоснуться к родовым национальным истокам и ощутить сопряженность бытия, разобраться в понятиях культуры и времени, перенося опыт прежних поколений творцов в структуру изобразительно-пластических мотивов, стало потенциалом для самых разных направлений творчества – монументального или монументально-декоративного, средового дизайна, временных тематических сооружений, посвящённых истории Отечества (замечательно подтверждённое в творчестве Г.В. Есаулова его участием в создании музейных экспозиций, панорамы и диорамы).

Из вступительной статьи доктора искусствоведения, лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области культуры В.Б. Кошаева





**Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шубин И.Л., Волкова С.В. Информационное моделирование и искусственный интеллект в современном строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве / Под общей редакцией членов-корреспондентов Российской академии архитектуры и строительных наук, заслуженных строителей Российской Федерации И.Л. Шубина, В.И. Римшина. – Москва : АСВ, 2023. – 420 с.
ISBN 978-5-4223-0491-9**

Изложены принципы информационного моделирования в строительстве. Освещены современные технологии информационного моделирования, описана уже действующая и дополнительно необходимая нормативная правовая база, определяющая порядок разработки и применения информационной модели на территории Российской Федерации. Рассмотрены основные этапы и состав мероприятий при разработке проектной документации с применением информационного моделирования.

Предназначено для бакалавров, магистров и преподавателей вузов, обучающихся по Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования, а также для работников предприятий строительства и жилищно-коммунального комплекса.

Рекомендовано Российской академией архитектуры и строительных наук в качестве учебного пособия для студентов образовательных организаций высшего образования, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата) и 08.04.01 «Строительство» (магистратуры).

Юбиляры

16 ноября отметила юбилей член-корреспондент РААСН, почётный строитель России, доктор технических наук **Лора Яковлевна Герцберг**.

29 ноября – 70 лет академику РААСН, почётному члену РАХ, заслуженному архитектору Российской Федерации, доктору архитектуры, профессору **Георгию Васильевичу Есаулову**.

17 декабря – 85 лет члену-корреспонденту РААСН, заслуженному архитектору Российской Федерации, доктору архитектуры, профессору **Николаю Петровичу Крадину**.

21 декабря – 65 лет члену-корреспонденту РААСН, председателю Южного территориального отделения РААСН, заслуженному архитектору Российской Федерации, почётному строителю России, заслуженному архитектору Кубани, академику МААМ **Юрию Владимировичу Рысину**.

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 185–187.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 185–187.

События

Рецензия

Новая книга Марии Нащокиной «Русская усадьба конца XIX – начала XX века. Образ и стиль» – своеобразный реквием усадебной культуре России конца XIX – начала XX века



Нащокина М.В. Русская усадьба конца XIX – начала XX века. Образ и стиль. Москва : Прогресс-Традиция, 2022. – 536 с. ISBN: 978-5-89826-676-9

Монография М.В. Нащокиной посвящена русским усадьбам конца XIX – начала XX века, то есть усадьбам существовавшим, перестроенным или выстроенным в предреволюционные десятилетия. Несмотря на значительные успехи, которые сделало усадебоведение на протяжении последних трёх десятилетий, богатейший мир поздней русской усадьбы как феномен отечественной культуры до сих пор остаётся во многих аспектах неизученным.

До сих пор при изучении русских усадеб конца XIX – начала XX века не затрагивались вопросы образа и стиля, что позволяет автору взглянуть на феномен русской усадебной культуры по-новому, раскрыть его широкий мировоззренческий и образно-стилевой диапазон, посмотреть на культуру того времени в контексте общего процесса развития русской культуры, то есть более обобщённо – как на феномен нацио-

нальной психологии, этики и духовной жизни, что так важно и актуально в наши дни.

«Парад культур» в новых усадебных ансамблях или в существенно перестраиваемых комплексах чаще всего выразался с помощью разных архитектурных стилей, использование которых позволяло проявить свой личный вкус, рассказать о своих впечатлениях и пристрастиях, другими словами, многостилье русской архитектуры того времени помогало проявлять индивидуальность владельца. Именно поэтому предметом исследования в данной книге впервые намечена и проанализирована образная типология усадебного строительства конца XIX – начала XX века в России, позволяющая приблизиться к культурной Вселенной нашего соотечественника того времени, к его отношению к образам отечественной истории, истории Запада и Востока.

Автор выделил семь наиболее часто встречавшихся в практике того времени образных типов – Боярские терема, Викторианский коттедж, Рыцарский замок, Приморская вила, Восточный дворец, Особняк-модерн и Дворянское гнездо, подробно разобранных в данной книге. Их названия условны, но они отражают восприятие и оценки наших соот-



© Кудрявцев А.П., 2023.

еественников в прошлом и адресованы к эмоциональной памяти сегодняшнего читателя. Причины этого разнообразия и его источники представляют интерес и сами по себе, и как отражение определенных особенностей и традиций русской культуры.

Усадьба – автономная ячейка любого жилого образования – от древнейших славянских городищ и селищ до городов и деревень XIX века, а потому носительница бытового уклада и образа жизни, сформированного многовековым натуральным хозяйством. В усадьбе – корни наших взаимоотношений с природой – неистребимой любви к своей земле и работе на ней, эмоциональной зависимости от смены времен года. Усадьба неотъемлема от поисков и понимания прекрасного, в том числе красоты русской природы, века усадебного строительства – отражение жизни национального художественного идеала во времени. Наконец, усадьба – колыбель большинства русских гениев, в её уютном лоне, среди деревень, бескрайних полей и лесов их таланты сформировались, чтобы обрести затем общенациональное звучание. Неслучайно усадьба – место действия огромного числа произведений

великой русской литературы XIX века. Поучительны и судьбы усадеб, их существование в историческом времени.

Выявленные в ходе исследования особенности проявляют не только так называемую «всеотзывчивость» русской культуры, но и неотъемлемость усадеб от устойчивых национальных традиций, что имеет непосредственное отношение к современной проблеме самоидентичности. Ведь сегодня русская культура как никогда остро нуждается в широком общественном осмыслении своей непохожести на другие культуры, для чего ей снова, как столетия назад, необходимо эмоционально и логически ощутить свои пространственные границы, ясно осознать свои духовные и эстетические ориентиры. В приближении к этой важной цели и состоит замысел книги.

О монографии академика М.В. Нащокиной «Русская усадьба конца XIX – начала XX веков. Образ и стиль»

Кто из нас не испытывал чувства горечи, вины и бессилия, глядя на руины усадеб – знаков былой, благоустроенной жизни, безжалостно растоптанной вандалами XX века? При-



знаем, что был вырван из русской культуры замечательный пласт, воспетый в отечественной литературе, музыке, и в архитектуре. Это уже можно утверждать после издания монографии академика М.В. Нащокиной «Русская усадьба Серебряного века. Стили и образы». Картины, встающие перед читателями, размышления, далеко выходящие за рамки «усадьбоведения», чудесный язык как бы Серебряного века делают эту книгу не только источником новых знаний, но и литературным удовольствием.

Как известно, многостилье – синоним неразборчивости и безвкусицы, негативное понятие «эkleктики» – во многом устоялось в отечественном культурном менталитете благодаря триумфам неоклассицизма 1910-х годов, особенно советским неоклассицизмом 1930-х–1950-х.

М.В. Нащокина слоями снимает привычные ярлыки и рисует картину архитектуры Серебряного века через усадьбы – явления сугубо отечественного, затрагивающего глубинные свойства национального характера. Думаю, что «всё – отзывчивость» как особая характеристика русской души, введённая

Ф. М. Достоевским, многое объясняет. Приход в усадебное строительство новых заказчиков – не тех, кто определял архитектуру усадьбы Золотого века, – желание проявить свою индивидуальность, сказочность детских образов, свобода выбора и эстетических идеалов перекликается с дачным и индивидуальным строительством XX века, справедливо отмечает автор, находя параллели в типологии образов усадеб Серебряного века и современного строительства. Я благодарен автору за восстановление многих имён того времени, особенно П. Бойцова и Н. Краснова, признанных мастеров городских особняков и приморских вилл. Академик М.В. Нащокина завершает книгу словами надежды: «...хотелось бы верить, что и этот скромный труд поможет спасти и возродить гибнущие остатки русской усадебной красоты – неотъемлемой и очень значимой части нашей национальной культуры». И я, и читатели этой книги уверены в справедливости этих слов, и главное – в культуре нашей страны бережно и любовно восстановлено важное историческое звено, связывающее прошлое с настоящим.

*А.П. Кудрявцев, академик РААСН,
народный архитектор Российской Федерации*

1 августа ушёл из жизни академик РААСН, член-корреспондент РАН, заслуженный архитектор Российской Федерации **Евгений Менделевич Рапопорт.**

Оригинал-макет подготовлен в информационно-издательском отделе РААСН.

Адрес: 127025, Москва, Новый Арбат, 19.

Подписано в печать 27 ноября 2023 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, 2023

Требования к материалам, представляемым для публикации в журнале, размещены на сайте РААСН: www.raasn.ru.

Фото на 4-ой странице обложки из открытого доступа сети Интернет