

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный
архитектурно-строительный университет

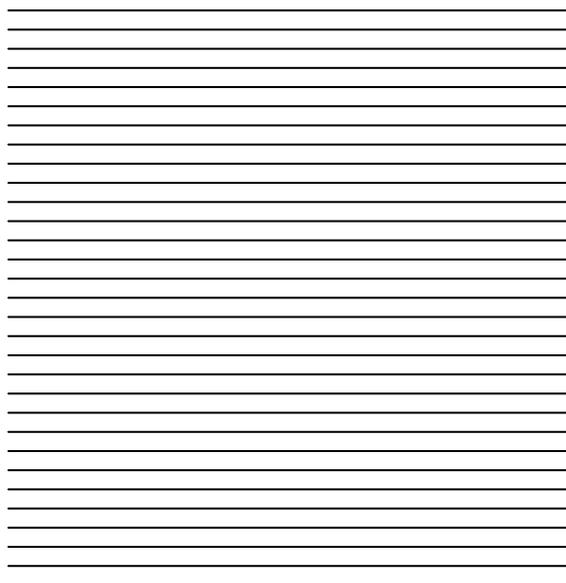
ВЕСТНИК

ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Том 21

№ 3 2019
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с апреля 1999 г.



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ляхович Л.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, зав. кафедрой строительной механики ТГАСУ; *lls@tsuab.ru*; г. Томск
Акимов П.А., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, главный ученый секретарь РААСН; *pavel.akimov@gmail.com*, г. Москва
Белостоцкий А.М., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, ген. директор научно-исследовательского центра СтаДиО; *amb@stadyo.ru*, г. Москва
Бондаренко И.А., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, директор НИИТИАГ, филиал ЦНИИП Минстроя России; *niitag@yandex.ru*; г. Москва
Власов В.А., докт. физ.-мат. наук, профессор, ректор ТГАСУ; *rector@tsuab.ru*; г. Томск
Волокитин Г.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой прикладной механики и материаловедения ТГАСУ; *vgg-tomsk@mail.ru*; г. Томск
Гныря А.И., докт. техн. наук, профессор, советник РААСН, зав. кафедрой технологии строительного производства ТГАСУ; *tsp_tgasu@mail.ru*; г. Томск
Дегтярев В.В., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ (Сибстрин); *ngasu_gts@mail.ru*, г. Новосибирск
Дзюбо В.В., докт. техн. наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения ТГАСУ; *dzv1956@mail.ru*, г. Томск
Ефименко В.Н., докт. техн. наук, зав. кафедрой автомобильных дорог ТГАСУ; *svefimenko_80@mail.ru*; г. Томск
Ефименко С.В., докт. техн. наук, декан дорожно-строительного факультета ТГАСУ; *svefimenko_80@mail.ru*, г. Томск
Есаулов Г.В., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, проректор по научной работе МАРХИ; *gvesaulov@raasn.ru*; г. Москва
Жерардо М.Ч., докт. наук, профессор инженерного факультета Международного дистанционного университета UNINETTUNO; *g.cennamo@uninettunouniversity.net*, г. Рим, Италия
Ильичев В.А., докт. техн. наук, профессор, вице-президент РААСН, академик РААСН; *ilyichev@raasn.ru*; г. Москва
Инжутов И.С., докт. техн. наук, профессор, директор инженерно-строительного института СФУ; *inzhutov@sfu-kras.ru*, г. Красноярск
Кнаиа Б.М., докт. техн. наук, профессор факультета проектирования зданий, сооружений и геотехники Политехнического университета Турина; *bernardino.chiaia@polito.it*, г. Турин, Италия
Ковлер К.Л., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой строительных материалов и технологий Технион – Израильский технологический институт; *cvrkost@technion.ac.il*; г. Хайфа, Израиль
Копаница Н.О., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ; *kopanitsa@mail.ru*; г. Томск
Кудяков А.И., докт. техн. наук, профессор кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, советник РААСН; *kudyakov@tsuab.ru*; г. Томск
Кумяк О.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой железобетонных конструкций ТГАСУ, советник РААСН; *kumpryak@yandex.ru*; г. Томск
Лежава И.Г., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН, профессор МАРХИ; *lezhavailia@gmail.com*, г. Москва
Морозов В.И., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, зав. кафедрой строительных конструкций СПбГАСУ; *morozov@spbgasu.ru*, г. Санкт-Петербург
Овсянников С.Н., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой архитектуры гражданских и промышленных зданий ТГАСУ; *ovssn@tsuab.ru*; г. Томск
Плачиди Л.Л., докт. техн. наук, доцент инженерного факультета Международного дистанционного университета UNINETTUNO; *luca.placidi@uninettunouniversity.net*, г. Рим, Италия
Поляков Е.Н., докт. искусствоведения, канд. архитектуры, профессор кафедры теории и истории архитектуры ТГАСУ, член Союза архитекторов России; *polyakov-en@ya.ru*; г. Томск
Пустоветов Г.И., докт. архитектуры, профессор, чл.-корр. РААСН, советник ректората НГУАДИ; *pustovetovgi@gmail.com*, г. Новосибирск
Сколубович Ю.Л., докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, ректор НГАСУ (Сибстрин); *sjl1964@mail.ru*, г. Новосибирск
Травуш В.И., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН; *travush@mail.ru*, г. Москва
Цветков Н.А., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплогазоснабжения ТГАСУ; *nac@tsuab.ru*; г. Томск
Чернышов Е.М., докт. техн. наук, профессор, председатель президиума Центрального отделения РААСН, академик РААСН; *chem@vgasu.vrn.ru*; г. Воронеж
Шубин И.Л., докт. техн. наук, чл.-корр. РААСН, директор НИИСФ РААСН; *niisf@niisf.ru*, г. Москва
Яненко А.П., докт. техн. наук, профессор кафедры гидротехнического строительства, безопасности и экологии НГАСУ (Сибстрин); *ngasu_gts@mail.ru*, г. Новосибирск

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

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

Решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 17.06.2011 г.

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

Научное издание

ВЕСТНИК ТГАСУ № 3 – 2019

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)

ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств коммуникаций ПИ №77-9483 от 30 июля 2001 г.

Редакторы Т.С. Володина, Г.Г. Семухина.
Переводчик М.В. Воробьева. Дизайн Е.И. Кардаш.
Технический редактор Н.В. Удлер.
Подписано в печать 21.06.2019. Формат 70×108/16. Гарнитура Таймс.
Уч.-изд. л. 16,58. Усл. печ. л. 19,69. Тираж 200 экз.
Зак. № 117.

Адрес редакции: 634003, Томск, пл. Соляная, 2, тел. (3822) 65-37-61, e-mail: vestnik_tgasu@tsuab.ru
Отпечатано в ООП ТГАСУ, Томск, ул. Партизанская, 15

© Томский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2019

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

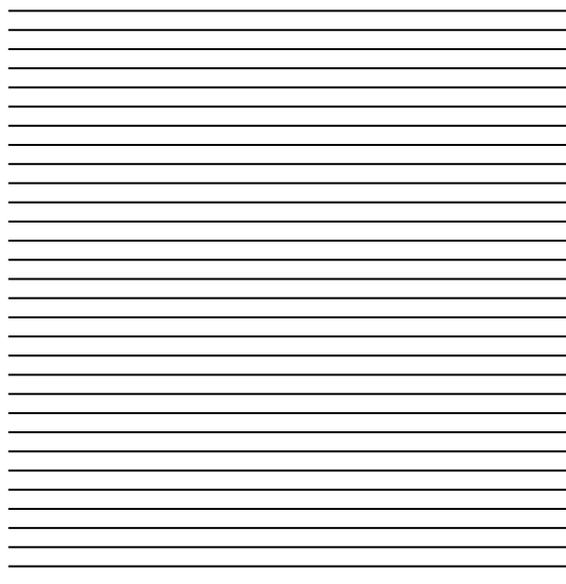
VESTNIK
TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO
ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA

JOURNAL
OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Volume 21

№ 3 2019
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Published since April 1999



EDITORIAL STAFF

1. Lyakhovich L.S., DSc, Professor, RAACS Academician, Chief Editor, Head of Structural Mechanics Dept., TSUAB; lls@tsuab.ru, Tomsk, Russia
2. Akimov P.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Chief Academic Secretary; pavelakimov@gmail.com, Moscow, Russia
3. Belostotskii A.M., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Director General Research Center StaDiO; amb@stadyo.ru, Moscow, Russia
4. Bondarenko I.A., DSc, Professor, RAACS Academician, Director Scientific Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning, Branch of the Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation; nitag@yandex.ru, Moscow, Russia
5. Chernyshov E.M., DSc, Professor, RAACS Academician, Chairman of the Presidium of RAACS Central Regional Branch; chem@vgasu.vrn.ru, Voronezh, Russia
6. Chiaia B., PhD, Professor, Politecnico di Torino (Polytechnic University of Turin); bernardino.chiaia@polito.it, Turin, Italy
7. Degtyarev V.V., DSc, Professor, Head of Hydraulic Engineering, Safety and Ecology Dept., Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; ngasu_gts@mail.ru, Novosibirsk, Russia
8. Dzyubo V.V., DSc, Professor, Department of Water Supply and Sewage Systems, TSUAB; dzv1956@mail.ru, Tomsk, Russia
9. Efimenko V. N., DSc, Professor, Dean of Road Engineering and Construction Faculty, Head of Automobile Roads Dept., TSUAB; svefimenko_80@mail.ru, Tomsk, Russia
10. Efimenko S.V., DSc, Dean of Road Engineering and Construction Faculty, TSUAB; svefimenko_80@mail.ru, Tomsk, Russia
11. Esaulov G.V., DSc, Professor, RAACS Academician, Vice-Rector for Research of Moscow Architectural Institute (State Academy); esaulovgv@raasn.ru, Moscow, Russia
12. Girardot M.C., DSc, Professor, Engineering Dept., International Telematic University UNINETTUNO; g.cennamo@uninettunouniversity.net, Roma, Italy
13. Gnyrya A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB; tsp_tgasu@mail.ru, Tomsk, Russia
14. Il'ichev V.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President; ilyichev@raasn.ru, Moscow, Russia
15. Inzhutov I.S., DSc, Professor, Director School of Engineering and Construction, SibFU; iinzhutov@sfu-kras.ru, Krasnoyarsk, Russia
16. Kopanitsa N.O., DSc, Professor, Building Materials and Technologies Dept., TSUAB; kopanitsa@mail.ru, Tomsk, Russia
17. Kovler K., A/Professor, Civil and Environmental Engineering, Head of Building Materials, Performance & Technology Dept., Technion Israel Institute of Technology; cvrkotr@technion.ac.il, Haifa, Israel
18. Kudyakov A.I., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB (Tomsk, Russia); kudyakov@tsuab.ru
19. Kumpyak O.G., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Reinforced Concrete and Masonry Structures Dept., TSUAB; kumpyak@yandex.ru, Tomsk, Russia
20. Lezhava I.G., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President, Moscow Architectural Institute (State Academy); lezhavailia@gmail.com, Moscow, Russia
21. Morozov V.I., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Engineering Constructions Dept., SPSUACE; morozov@sphgasu.ru, St-Petersburg, Russia
22. Ovsyannikov S.N., DSc, Professor, Head of Architecture of Civil and Industrial Buildings Dept., TSUAB; ovssn@tsuab.ru, Tomsk, Russia
23. Placidi L.L., DSc, A/Professor, Engineering Dept., International Telematic University UNINETTUNO; luca.placidi@uninettunouniversity.net, Roma, Italy
24. Polyakov E.N., DArts, Professor; Member of the Union of Architects of Russia; Theory and History of Architecture Dept., TSUAB; polyakov-en@ya.ru, Tomsk, Russia
25. Pustovetov G.I., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Adviser Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts; pustovetovgi@gmail.com, Novosibirsk, Russia
26. Skolubovich Yu.L., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Rector Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; sjl1964@mail.ru, Novosibirsk, Russia
27. Shubin I.L., DSc, RAACS Corresponding Member, Director Structural Physics Research Institute, RAACS; nisf@nifs.ru, Moscow, Russia
28. Tsvetkov N.A., DSc, Professor, Head of Heat and Gas Supply Dept., TSUAB; nac@tsuab.ru, Tomsk, Russia
29. Travush V.I., DSc, Professor, RAACS Vice President, RAACS Academician; travush@mail.ru, Moscow, Russia
30. Vlasov V.A., DSc, Professor, Rector, TSUAB; rector@tsuab.ru, Tomsk, Russia
31. Volokitin G.G., DSc, Professor, Head of Applied Mechanics and Materials Science Dept., TSUAB; vgg-tomsk@mail.ru, Tomsk, Russia
32. Yanenko A.P., DSc, Professor, Hydraulic Engineering, Safety and Ecology Dept., Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; ngasu_gts@mail.ru, Novosibirsk, Russia

INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS

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

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

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

Scientific Edition

VESTNIK TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA
JOURNAL OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE № 3 – 2019

Print ISSN 1607-1859 Online ISSN 2310-0044

The journal is registered by the Federal Agency on Press and Mass Communications of the Russian Federation PI N77-9483, 30 July, 2001.

Editors T.S. Volodina, G.G. Semukhina
Translator M.V. Vorob'eva. Design: E.I. Kardash
Technical editor N.V. Udler
Passed for printing: 21.06.2019. Paper size: 70×108/16. Typeface: Times New Roman
Published sheets: 16,58. Conventional printed sheets: 19,69. Print run: 200 copies
Order N 117.

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

© Tomsk State University
of Architecture and Building, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Пасечник И.Л., Марушина Н.В. Категория ценности в теории и практике сохранения исторической городской среды (в контексте изучения рядовой исторической застройки) (СПбГАСУ, ООО «НИИПИ «Спецреставрация», г. Санкт-Петербург)	9
Михайлов А.В. Определение предметов охраны для объектов культурного наследия на примере больничных комплексов Санкт-Петербурга (СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург)	20
Петрусенко Ю.В. Архитектурно-художественные и конструктивные особенности особняка А. Великановой (ААИ ЮФУ, г. Ростов-на-Дону)	38
Жуковский Р.С. Первичный анализ пространственной конфигурации системы центров Барнаульской агломерации (АлтГТУ, г. Барнаул)	47
Козырева Е.А. Ближние усадьбы высшей знати как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга (на примере дачи А.С. Строганова) (СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург)	67
Назарова А.Ю. Теоретические аспекты изучения и сохранения силуэта исторического города (СПбГАСУ, НИИПИ «Спецреставрация», г. Санкт-Петербург)	77
Терешина С.А. Современная архитектурно-типологическая структура жилища на территориях дач и садоводств (на примере Ростова-на-Дону) (ААИ ЮФУ, г. Ростов-на-Дону)	86
Манонина Т.Н., Самсонова А.А. Культовая архитектура иудаизма в Сибири: синагога г. Мариинска (ТГАСУ, г. Томск)	99
Климова Ю.В., Шумилкин С.М. Сравнительный анализ крепостных сооружений городов засечных линий России XVI–XVIII веков (ННГАСУ, г. Нижний Новгород, ОГУ, г. Оренбург)	112
Белова Д.А., Петроченко Ю.Е. Социокультурное значение культурно-просветительских пространств в Красноярске (ИАиД СФУ, г. Красноярск)	120
Аль-Джабери А.А.Х., Перькова М.В. Концепции нового урбанизма: транссекторное развитие, или разрезное планирование (БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород)	133

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Лелюга О.В. Теоретические и экспериментальные исследования виброакустических систем с малым количеством элементов (ТГАСУ, г. Томск)	144
--	-----

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Матвиенко О.В., Базуев В.П., Сабылина Н.Р., Асеева А.Е., Суртаева А.А. Исследование установившегося течения вязкопластического битумного вяжущего, описываемого моделью Шведова – Бингама, в цилиндрической трубе (ТГАСУ, ТГУ, г. Томск)	158
---	-----

Козлова В.К., Лотов В.А., Саркисов Ю.С., Логвиненко В.В., Рахманова И.А., Божок Е.В. Процессы карбонизационной усадки строительных материалов (АлтГТУ, г. Барнаул, ТГАСУ, НИ ТПУ, г. Томск)	178
Федюк Р.С., Баранов А.В., Хроменок Д.В., Зеленский И.Р., Ким С.В. Уплотнение структуры цементного камня в бетоне за счет эффективного использования композиционного вяжущего (ДВФУ, г. Владивосток)	195

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

Моисеенко Р.П., Ефименко В.Н. К оценке долговечности автомобильных дорог (ТГАСУ, г. Томск)	207
Базавлук В.А., Усеинова Э.С. Анализ современных планировочных схем пешеходно-транспортной сети новых микрорайонов города Томска (НИ ТПУ, г. Томск).....	214

C O N T E N T S

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Pasechnik I.L., Marushina N.V. Value category in theory and practice of conservation of historical urban environment (St.-Petersburg).....	9
Mikhailov A.V. Security of cultural heritage objects on the example of hospital complex of Saint-Petersburg (St.-Petersburg)	20
Petrusenko Y.V. Architectural and structural features of Velikanova's mansion (Rostov-on-Don)	38
Zhukovsky R.S. Primary analysis of spatial configuration of the centers system in Barnaul (Barnaul).....	47
Kozyreva E.A. Aristocratic society estates as phenomenon of historical and city planning life of St.-Petersburg (the Stroganov's estate case studies) (St.-Petersburg).....	67
Nazarova A.Yu. Theoretical aspects of research and preservation of historic city skyline (St.-Petersburg).....	77
Tereshina S.A. Modern architecture and typology of summer cottages (on the example of Rostov-on-Don) (Rostov-on-Don)	86
Manonina T.N., Samsonova A.A. Cultural architecture of judaism in Siberia: synagogue of Mariinsk (Tomsk).....	99
Klimova Yu.V., Shumilkin S.M. Comparative analysis of fortresses on great abatis borders in Russia in the 16–18th centuries (Nizhnii Novgorod, Orenburg)	112
Belova D.A., Petrochenko Y.E. Social and cultural significance of cultural and educational environment in Krasnoyarsk (Krasnoyarsk)	120
Al-Jaberi A.A.H., Perkova M.V. Concepts of new urbanism: transect development or transect planning (Belgorod).....	133

BUILDING AND CONSTRUCTION

Lelyuga O.V. Theoretical and experimental research of vibroacoustic systems with the small number of elements (Tomsk).....	144
---	-----

CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

Matvienko O.V., Bazuev V.P., Sabylina N.R., Aseeva A.E., Surtaeva A.A. Shvedov-Bingham model of steady flow of visco-plastic bitumen binder in cylindrical tube (Tomsk).....	158
Kozlova V.K., Lotov V.A., Sarkisov Yu.S., Logvinenko V.V., Rakhmanova I.A., Bozhok E.V. Processes of carbonizing shrinkage of construction materials (Barnaul, Tomsk)	178
Fediuk R.S., Baranov A.V., Khromenok D.V., Zelenskiy I.R., Kim S.V. Cement stone structure compaction with composite binder (Vladivostok).....	195

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

Moiseenko R.P., Efimenko V.M. Towards durability of automobile roads (Tomsk)	207
Bazavluk V.A., Useinova E.S. Pedestrian and transport network planning in new urban districts of Tomsk (Tomsk).....	214

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 711.4.01(719)

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-9-19

*И.Л. ПАСЕЧНИК^{1,2}, Н.В. МАРУШИНА²,
¹Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
²ООО «НИИПИ Спецреставрация»*

КАТЕГОРИЯ ЦЕННОСТИ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (В КОНТЕКСТЕ ИЗУЧЕНИЯ РЯДОВОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ)

В статье обозначаются этапы становления категории ценности и определяется ее значение в международной системе охраны исторических городов. Прослеживается трансформация представлений о ценности городской территории как объекта наследия. Рассматривается инструментарий охраны исторической городской среды, применяемый в международной и отечественной практике.

Автором установлено, что при всем разнообразии существующих инструментов охраны градостроительного наследия наблюдается явная недостаточность детализации требований к сохранению рядовой застройки как элемента историко-градостроительной среды. Разработка детальной регламентации, в свою очередь, предполагает четкое понимание архитектурно-градостроительного значения каждого из объектов. Целью статьи является обоснование необходимости разработки методики определения ценности исторических зданий, которая должна применяться с учетом особенностей регионального либо локального культурного контекста. При этом необходимо также учитывать, что конечная цель подобной классификации, основанной на степени ценности и роли объектов исторической застройки в формировании городского ландшафта, заключается в разработке четких правил и параметров допустимого вмешательства в исторически сформировавшуюся среду.

Ключевые слова: ценность; целостность; подлинность; историческая городская среда; исторический городской ландшафт; рядовая историческая застройка; сохранение исторической среды; критерии для определения ценности исторической застройки.

Для цитирования: Пасечник И.Л., Марушина Н.В. Категория ценности в теории и практике сохранения исторической городской среды (в контексте изучения рядовой исторической застройки) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 9–19.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-9-19

I.L. PASECHNIK^{1,2}, N.V. MARUSHINA²,

¹Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,

²ООО НИПИ "Spetsrestavratsiya"

VALUE CATEGORY IN THEORY AND PRACTICE OF CONSERVATION OF HISTORICAL URBAN ENVIRONMENT

The paper outlines the stages of the formation of the value category and determines its significance in the international protection system of historic cities. It also traces the transformation of ideas about the value of urban areas as heritage sites and considers the protection of the historical urban environment in the international and Russian experiences.

It is found that along with the variety of existing instruments of the urban heritage protection, the requirements for the conservation of regular buildings as elements of the historical urban environment are insufficient. The elaboration of detailed regulations, in turn, provides for a clear understanding of architectural and urban values of each element. The aim of this work is to justify the need to develop a methodology for assessing the value of historical buildings, which should be applied with due regard to the regional or local cultural context. It must be also recognized that the overall goal of such a classification based on the values and the role of elements of historical development in shaping the urban landscape, is to formulate clear rules and parameters for permissible intervention in the historical environment.

Keywords: value; integrity; authenticity; historical urban environment; historic urban landscape; regular historical buildings; conservation of historical environment; criteria for assessing values of historical buildings.

For citation: Pasechnik I.L., Marushina N.V. Kategoriya tsennosti v teorii i praktike sokhraneniya istoricheskoi gorodskoi sredy (v kontekste izucheniya ryadovoi istoricheskoi zastroyki) [Value category in theory and practice of conservation of historical urban environment]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 9–19.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-9-19

В последние десятилетия историческая городская среда оказалась в центре внимания не только теоретиков, но и практиков сохранения наследия, а ценность ее как «комплексно воспринимаемого выражения архитектурно-планировочной структуры» [1] стала предметом изучения и дискуссий.

Ценность как категория жизни занимает одно из ключевых мест в истории человеческой цивилизации в целом, а также в истории архитектуры и градостроительства в частности. Ее осмысление является одной из основ формирования среды обитания человека как предметного мира, наделенного в сознании разных людей теми или иными свойствами.

Философия трактует ценности как «специфически социальные определения объектов окружающего мира, выделяющие их положительное или отрицательное значение для человека и общества». При этом особо отмечается, что ценность не является самостоятельным качеством какого-либо объекта, но становится свойством предмета или явления в силу того, что «он вовлечен в сферу общественного бытия человека и стал носителем определенных социальных отношений». Такие ценности оказываются в сознании человека «повседневными ориентирами в предметной и социальной действительности» [2].

Историческая городская среда как совокупность окружающих человека и упорядоченных в пространстве архитектурных объектов (памятников и рядовых исторических зданий) в этом отношении предоставляет уникальное поле для исследования, поскольку она не только «вовлечена в сферу общественного бытия», но и является местом взаимодействия людей, каждый из которых оказывается носителем определенного представления о ценности того или иного элемента среды. И таким образом, сама среда может рассматриваться одновременно и как источник разного рода переживаний (эстетических, социальных, мировоззренческих и т. п.), и как результат творческой и хозяйственной деятельности человека.

К вопросам сохранения исторической городской среды обращались многие отечественные и зарубежные исследователи, выделяя различные аспекты этой проблемы и составляющие самой среды, которые обладают ценностью для человека и, следовательно, подлежат охране.

За несколько веков от представления о сакральной, функциональной и мемориальной значимости отдельных объектов архитектуры специалисты перешли к пониманию их исторического и художественного значения, а затем и к осознанию ценности всей историко-градостроительной среды, под которой понимается соединение самых разных – материальных и нематериальных – элементов. А ее особое эстетическое и эмоциональное воздействие определяется гармоничным сочетанием уникальных и рядовых зданий – памятников и фоновой исторической застройки.

Эти идеи были положены в основу исследований, в рамках которых внимание теоретиков и практиков охраны наследия привлекали вопросы существования неразрывной связи между ценностью, приписываемой человеком или группой лиц объекту, и стремлением к его сохранению [3–9], а также необходимость комплексной охраны окружающей человека среды, включающей рукотворные, природные и нематериальные элементы [10–12].

В XX в. категория ценности дополнилась такими составляющими, как целостность и подлинность. В международной практике под целостностью понимается мера единства и неповрежденности объекта и его окружения, а подлинность определяется способностью отличительных характеристик объекта адекватно и достоверно выражать его ценность. При этом подлинность может выражаться через целый ряд признаков – форму и замысел, материалы и вещества, местоположение и окружение [13, 14].

Именно в рамках этой трехчастной системы (ценность – целостность – подлинность) в настоящее время рассматриваются все объекты культурного наследия вне зависимости от их типа и размера – от единичного памятника до исторического города.

Одновременно с разработкой категории ценности происходило формирование механизмов охраны архитектурно-градостроительного наследия. Процесс этот также шел постепенно – от решения задач сохранения отдельного объекта к защите исторического городского ландшафта. Это нашло отражение в целом своде нормативных и рекомендательных документов, на которых сегодня основана система охраны наследия во всем мире. Значительная часть их направлена на выделение ценных качеств городской среды и способов ее сохранения, регенерации и развития.

Какова роль рядовых элементов в поддержании целостности и подлинности исторической городской ткани? Каким образом сохранить исторические города, которые по-прежнему являются обитаемыми? Допускает ли сохранение наследия одновременно и развитие городских территорий? Возможно ли включение новых объектов в сложившуюся среду и какими должны быть параметры допустимого вмешательства? Все эти вопросы решались нередко методом проб и ошибок.

На первом этапе была осознана необходимость защиты городского ландшафта наравне с природным, однако сам городской ландшафт рассматривался как статическое явление¹. Постепенно приходило понимание обязательности координации деятельности, направленной на сохранение культурных ценностей, и процессов социально-экономического развития городских территорий². Важным шагом оказалось признание ценности рядовых исторических объектов и значения наследия как одного из факторов развития³, а также роли урбанизации в процессах потенциальной утраты характера исторических ансамблей и их окружения⁴. Следующим существенным моментом стало обращение к изучению исторических городских районов в неразрывной связи со сложившимся природным и рукотворным контекстом и далее – к определению охраняемых параметров городской среды⁵.

Одним из самых значимых достижений в развитии международной системы охраны наследия стало признание изменений неотъемлемой частью жизни исторических городов и понимание необходимости управления этими изменениями. Эти положения получили закрепление в серии последовательно принятых международных актов, начиная с Венского меморандума 2005 г. и заканчивая Рекомендацией об исторических городских ландшафтах и Принципами Валлетты 2011 г.⁶ Отныне допустимость пространственного преобра-

¹ Recommendation concerning the Safeguarding of Beauty and Character of Landscapes and Sites (11 December 1962). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13067&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения: 18.02.2019).

² Recommendation concerning the Preservation of Cultural Property Endangered by Public or Private works (19 November 1968). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13085&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения: 18.02.2019).

³ Recommendation concerning the Protection, at National Level, of the Cultural and Natural Heritage (16 November 1972). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13087&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения: 18.02.2019).

⁴ Recommendation concerning the Safeguarding and Contemporary Role of Historic Areas (26 November 1976). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13133&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения: 19.02.2019).

⁵ Charte internationale pour la sauvegarde des villes historiques (charte de Washington 1987) (Octobre 1987). URL: https://www.icomos.org/charters/towns_f.pdf (дата обращения: 19.02.2019).

⁶ Vienna Memorandum on «World Heritage and Contemporary Architecture – Managing the Historic Urban Landscape» (2005). URL: <http://whc.unesco.org/document/6814> (дата обращения: 18.02.2019); Итоговый доклад региональной конференции «Управление и сохранение исторических центров городов, внесенных в список Всемирного наследия» (2007). URL: https://kgior.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2015/08/27/%D0%98%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_2007.pdf (дата обращения: 17.02.2019); Recommendation on the Historic Urban Landscape, including a glossary of definitions (10 November 2011). URL: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=48857&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (дата обращения: 19.02.019); Принципы Вал-

зования территории и его регламентация стали признаками устойчивого развития города.

В современной практике сохранения наследия существует несколько инструментов, которыми обеспечивается целостность историко-градостроительной среды. На международном уровне эти вопросы решаются, в частности, включением объекта в список Всемирного наследия ЮНЕСКО и принятием государством-стороной Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия на себя обязательств, связанных с сохранением общего достояния человечества. Эта деятельность регулируется конвенциями, рекомендациями и хартиями, утвержденными ЮНЕСКО и ее консультативными органами (в том числе Международным советом по охране памятников и достопримечательных мест).

В ряде стран сделана попытка не только определения, но и «всестороннего популярного объяснения архитектурно-средовой ценности городской застройки» с составлением реестров и так называемых муниципальных атласов, фиксирующих «основные объекты, параметры и ценности среды, требующие обязательного сохранения». Особое внимание при этом обращалось именно на характеристики рядовой исторической застройки, которая «более всего страдает от текущих изменений – сносов, перестроек, замены аутентичных деталей и т. д.» [15].

Следует отметить, что до настоящего времени в России не разработано единое определение такого понятия, как «историческая среда». Ее трактовка как городской среды, сложившейся в районах исторической застройки, содержится в документе СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство, Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*, утвержденном приказом Минрегиона России от 28.12.2010 № 820. Градостроительный кодекс Российской Федерации оперирует термином «окружающая среда», а Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» – сразу несколькими понятиями: «историко-культурная среда обитания», «историко-градостроительная или природная среда объекта культурного наследия», «градостроительная среда» и «историческая среда объекта культурного наследия».

Несмотря на отсутствие единого законодательно закрепленного термина, отечественный юридический инструментарий защиты исторической среды включает охранное зонирование (подразумевает сохранение исторической среды как части процесса обеспечения сохранности объектов культурного наследия), историческое поселение (где элементы исторической среды становятся частью предмета охраны городской территории) и достопримечательное место, отдельные виды которого также предполагают охрану градостроительного наследия (центры исторических поселений или фрагменты градостроительной планировки и застройки).

До недавнего времени зоны охраны являлись самым распространенным инструментом, практика работы с которым носила устойчивый и эмпирически

летты по сохранению исторических городов и управлению историческими городами и урбанизированными территориями (2011). URL: https://www.icomos.org/charters/RUSS_Valletta_principles.pdf (дата обращения: 20.02.2019).

проверенный характер. В последние годы под руководством Минкультуры России началась активная работа по приданию историческим городам статуса исторических поселений и по отнесению их центров к достопримечательным местам.

С накоплением опыта применения каждого из трех упомянутых инструментов все более актуальным оказывается вопрос их эффективности в отношении исторического городского ландшафта, т. е. целостной городской среды как объекта наследия. Тем более что до сих пор продолжаются споры о возможности одновременного отнесения города и его центра к историческим поселениям и достопримечательным местам соответственно, а также определения границ зон охраны памятников, расположенных на его территории. При этом каждый из инструментов предполагает установление ограничений, которые должны соотноситься между собой. На практике это приводит к избыточности механизмов охраны и дублированию установленных ограничений.

Сегодня рядовая историческая застройка признается одним из ключевых элементов городского ландшафта, не уступающим по степени значимости памятникам архитектуры, а ее утрата «подчас приводит к искажению облика города, вполне соизмеримому с тем уроном, который наносится разрушением самих памятников и ансамблей» [16]. Несмотря на это, ни один из упомянутых российских инструментов охраны не предусматривает необходимость разработки детализированных требований к сохранению исторических зданий, а также не учитывает возможность преобразований в том смысле, в котором международными документами изменения признаются одной из составляющих жизни города.

Само понятие «историческое здание» не имеет юридического закрепления в нормативных документах федерального уровня. Вместе с тем оно нашло отражение в Законе Санкт-Петербурга от 19.01.2009 № 820-7 «О границах объединенных зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон». Однако предложенные на региональном уровне определение и классификация исторических зданий достаточно условны и основаны лишь на документально установленном годе постройки (до 1917 г. в границах исторически сложившихся центральных районов Санкт-Петербурга и до 1957 г. за их пределами).

Следует также иметь в виду, что до настоящего времени в научно-методической литературе отсутствуют общепринятые либо утвержденные критерии определения ценности объектов культурного наследия, и тем более рядовой исторической застройки. При этом, в силу необычайной востребованности подобной классификации, попытки разработать такую методику предпринимались неоднократно [17–20].

В результате осмысления накопленного международным сообществом опыта отечественными специалистами были сформулированы критерии ценности отдельных объектов культурного наследия и территорий, представляющих интерес с точки зрения истории градостроительного развития.

Обобщая разработанные исследователями системы определения ценных характеристик объектов культурного наследия [21–24], можно выделить следующие категории ценности, в рамках которых рассматриваются памятники

в широком смысле: историческая, градостроительная, архитектурная, мемориальная, научно-реставрационная, функциональная, ландшафтно-средовая, культурологическая, технологическая, эмоциональная. Включение объекта в любую из перечисленных категорий осуществляется на основе экспертной оценки, априори в значительной степени субъективной. Таким образом, первостепенную важность приобретает выбор экспертов для проведения подобной оценки.

Попытка уйти от субъективности привела к идее создания системы критериев оценки историко-культурного наследия путем установления базовых расчетных показателей ценности в рамках различных категорий – исторической, архитектурно-градостроительной, культурологической [18].

Вместе с тем квалиметрическая оценка, базирующаяся на принципе определения ценности объектов исторической застройки на основе балльной системы, представляется чрезмерно детализированной и в конечном итоге также опирающейся на мнение специалиста, проводящего оценку и заполняющего соответствующие таблицы. В подавляющем числе случаев это приводит к достаточно искаженному представлению о ценности рассматриваемого объекта.

Кроме того, довольно распространенным является мнение о невозможности создания универсальной методики, позволяющей систематизировать характеристики любого объекта, обладающего историко-культурной ценностью, поскольку «признание такой ценности зависит не от соответствия установленным критериям, а, скорее, от прогресса в развитии исторической осознанности и культуры вовлеченных людей». Как результат – критерии, которыми будут описываться художественные качества объекта, его подтвержденное документами значение и его воздействие на человеческое сознание, никогда не смогут быть зафиксированы в виде свода правил, но всегда будут отражать уровень развития культуры каждой страны [25]. Одновременно подлинность, без которой в настоящее время невозможно признание ценности объекта, следует, по мнению международных экспертов, также рассматривать исключительно в рамках определенной культуры или ее локальных проявлений, поскольку «суждения о ценности, приписываемой культурному наследию, так же как и достоверность соответствующих источников информации, могут быть различными как для отдельных культур, так и внутри одной культуры» [13].

Следовательно, «общепринятые методологии оценки культурного наследия необходимо дифференцировать в зависимости от конкретного культурного контекста» [26]. Это подводит к мысли о важности разработки методики определения ценности объектов историко-градостроительной среды, которая изначально будет учитывать национальные или даже региональные особенности либо будет способна адаптироваться к конкретной культурной ситуации.

Также существенным представляется тот факт, что теоретическое значение методики определения ценности как памятников, так и рядовых исторических зданий с точки зрения охраны наследия многократно уступает практическому, поскольку классификация исторической застройки представляет ценность не сама по себе, а как база для определения правил и параметров допустимого вмешательства в сложившуюся историко-градостроительную среду.

Одним из примеров классификации объектов наследия и отправным пунктом при разработке методики оценки может стать система охраны всемирного наследия, в центре которой находится понятие выдающейся универсальной ценности. Данная система ориентирована на различные с точки зрения типологии и масштаба объекты наследия. Именно поэтому определение выдающейся универсальной ценности, закрепленное в Руководстве по выполнению Конвенции об охране всемирного наследия, носит достаточно общий характер, описывая ее как «культурную и/или природную значимость, которая является столь исключительной, что выходит за пределы национальных границ и представляет всеобщую ценность для настоящих и будущих поколений всего человечества» [13]. При этом выдающаяся универсальная ценность объекта наследия должна покоиться на трех столпах: на соответствии самого объекта критериям для определения ценности; на целостности и подлинности составляющих его элементов, т. е. атрибутов, являющихся выражением ценности; на наличии адекватной системы управления, предполагающей установление специальных ограничений, соблюдение которых обеспечит сохранность объекта в целом [27]. Обобщая, можно сказать, что в центре этой системы находятся характеристики объекта (атрибуты его ценности), их целостность и подлинность, а также обязательная регламентация любых преобразований.

Соглашаясь с мнением исследователей о невозможности разработки универсальной оценочной методики, можно утверждать, что для того, чтобы оказаться применимой в той или иной степени к любому культурному контексту, методика не может отличаться излишней детализацией и должна опираться на объективные характеристики объекта.

Принимая во внимание, что в центре рассмотрения находится историческая городская среда, такие характеристики могут быть связаны прежде всего с рядовой исторической застройкой. Будучи одним из ключевых компонентов городской ткани, она играет первостепенную роль в формировании и поддержании ценных качеств среды, создавая воспринимаемый образ квартала, района, города, а также закрепляя элементы планировочной структуры и позволяя сохранить важные с градостроительной точки зрения характеристики планировки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Девятова Ю.А.* Комплексный подход к архитектурному проектированию в исторической городской среде // *Архитектон: известия вузов.* 2016. Март. № 53. С. 48–52.
2. *Философский словарь* / под ред. И.Т. Фролова. 7-е изд., перераб. и доп. М. : Республика, 2001. 719 с.
3. *Beltrami L.* La conservazione dei monumenti nell'ultimo ventennio // *Dalla Nuova Antologia*, V. XXXVIII. Serie III. Roma : Tipografia della camera dei deputati, 1892. 26 p.
4. *Подъяпольский С.С., Бессонов Г.Б., Беляев Л.А., Постникова Т.М.* Реставрация памятников архитектуры / под общ. ред. С.С. Подъяпольского. М. : Стройиздат, 1988. 264 с.
5. *Giovannoni G.* Saggi sull'architettura del Rinaschimento. Milano, 1931. 264 p.
6. *Zimme K.* Художественные основы градостроительства / пер. с нем. Я. Крастиньша. М. : Стройиздат, 1993. 255 с.
7. *Jokilehto J.* A History of Architectural Conservation: The Contribution of English, French, German and Italian Thought towards an International Approach to the Conservation of Cultural Property // D. Phil Thesis. The University of York, England. Institute of Advanced Architectural Studies. 1986. September. 466 p.

8. *Рёскин Дж.* Семь светочей архитектуры / пер. с англ. М. Куренной, Н. Лебедевой, С. Сухарева. СПб. : Азбука-классика, 2007. 320 с.
9. *Riegl A.* Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse // Trad. de l'allemand par Daniel Wiczorek. Avant-propos de Françoise Choay. Paris: Éditions du Seuil, 1984. 123 p.
10. *Bianca S.* Historic cities in the 21st century: core values for a globalizing world // *Managing Historic Cities. World Heritage Papers.* 2010. № 27. P. 27–34.
11. *Choay F.* L'allégorie du patrimoine. Paris: Éditions du Seuil, 1999. 272 p.
12. *Крогиус В.П.* Исторические города России как феномен ее архитектурного наследия. М. : Прогресс-Традиция, 2009. 312 с.
13. *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention* // United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. WHC.17/01. 12 July 2017.
14. *Guidance on the preparation of retrospective Statements of Outstanding Universal Value for World Heritage Properties* // ICOMOS, ICCROM, IUCN, UNESCO World Heritage Centre. 2010. July.
15. *Иванов А.* Датская методика оценки исторической застройки SAVE: возможности использования в России // *Архитектурный вестник.* 2000. № 2. С. 10–15.
16. *Регамэ С.К., Брунс Д.В., Омеляненко Г.Б.* Сочетание новой и сложившейся застройки при реконструкции городов / Центр. н.-и. и проект. ин-т по градостр.-ву. М. : Стройиздат, 1988. 143 с.
17. *Методические указания по проведению градостроительной, историко-культурной и технико-экономической экспертизы недвижимых объектов, состоящих под государственной охраной, в порядке подготовки их к приватизации / разработчик: ТОО «Ассоциация исследователей Санкт-Петербурга».* СПб., 1997.
18. *Зеленова С.В.* Формирование системы критериев оценки историко-архитектурного наследия в России : дис. ... канд. архит. Нижний Новгород, 2009. 257 с.
19. *Методические указания по определению предмета охраны объектов культурного наследия: в 2 кн.* М. : ООО «ПФ-Градо», 2011. 53 с.
20. *Методические рекомендации оценки историко-культурной ценности поселения. Применение критериев историко-культурной ценности поселения в оценке недвижимости, расположенной в границах исторического поселения / под ред. Э.А. Шевченко.* СПб. : Зодчий, 2014. 264 с.
21. *Пруцын О.И.* Реставрация и реконструкция архитектурного наследия. Теоретические и методические основы реставрации исторического и архитектурного наследия / Академия реставраций (Труды. Вып. 9). М., 1997. 104 с.
22. *Вольская Л.Н.* Архитектурно-градостроительная культура Сибири. Ч. 1. Новосибирск, 2015. 236 с.
23. *Слабуха А.В.* Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 1): организационно-методические проблемы // *Человек и культура.* 2016. № 6. С. 1–8.
24. *Слабуха А.В.* Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 2): критерии и метод в современной экспертной практике // *Человек и культура.* 2016. № 6. С. 9–22.
25. *Philippot P.* Historic preservation: philosophy, criteria, guidelines from M.K. Talley, N. Stanley-Price, A. Melucco Vaccaro // *Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage.* USA: Getty Institute, 1996. P. 268–274.
26. *How to assess built heritage? Assumptions, methodologies, examples of heritage assessment systems* // International Scientific Committee for Theory and Philosophy of Conservation and Restoration ICOMOS, Romualdo Del Bianco Fondazione, Lublin University of Technology. Florence-Lublin, 2015. 267 p.
27. *Établir une proposition d'inscription au patrimoine mondial.* Manuel de référence. Publié par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture. Deuxième édition, 2011. 142 p.

REFERENCES

1. *Devyatova Yu.A.* Kompleksnyi podkhod k arkhitekturnomu proektirovaniyu v istoricheskoi gorodskoi srede [Comprehensive approach to architectural design in historical city environments]. *Arkhitekton: izvestiya vuzov*. 2016. No. 53. Pp. 48–52. (rus)
2. *Frolov I.T. (Ed.)*. Filosofskii slovar' [Philosophical dictionary], 7th ed., Moscow: Respublika, 2001. 719 p. (rus)
3. *Beltrami L.* La conservazione dei monumenti nell'ultimo ventennio. *Dalla Nuova Antologia*, 1892. V. XXXVIII. Ser. III. 26 p.
4. *Pod'yampol'skii S.S. (Ed.)* Restavratsiya pamyatnikov arkhitektury [Restoration of architectural monuments]. Moscow: Stroiizdat, 1988. 264 p. (rus)
5. *Giovannoni G.* Saggi sull'architettura del Rinascimento. Milano, 1931. 264 p.
6. *Sitte C.* Khudozhestvennye osnovy gradostroitel'stva [City planning according to artistic principles]. Moscow: Stroyizdat Publ., 1993. 255 p. (transl. from Germ.)
7. *Jokilehto J.* A History of architectural conservation: the contribution of English, French, German and Italian thought towards an international approach to the conservation of cultural property. PhD Thesis. The University of York, England, Institute of Advanced Architectural Studies. 1986. 466 p.
8. *Ruskin J.* Sem' svetochei arkhitektury [The seven lamps of architecture]. St.-Petersburg: Azbuka-klassika, 2007. 320 p. (transl. from Engl.)
9. *Riegl A.* Le culte moderne des monuments. Son essence et sa genèse. In: Trad. de l'allemand par Daniel Wieczorek. Avant-propos de Françoise Choay. Paris: Éditions du Seuil, 1984. 123 p.
10. *Bianca S.* Historic cities in the 21st century: core values for a globalizing world. *World Heritage Papers: Managing Historic Cities*. 2010. No. 27. Pp. 27–34.
11. *Choay F.* L'allégorie du patrimoine. Paris: Éditions du Seuil, 1999. 272 p.
12. *Krogius V.R.* Istoricheskie goroda Rossii kak fenomen ee arkhitekturnogo naslediya [Historical cities of Russia as a phenomenon of its architectural heritage]. Moscow: Progress-Traditsiya, 2009. 312 p. (rus)
13. *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. WHC.17/01. 12 July 2017.
14. *Guidance on the preparation of retrospective statements of outstanding universal value for world heritage properties*. ICOMOS, ICCROM, IUCN, UNESCO World Heritage Centre. July 2010.
15. *Ivanov A.* Datskaya metodika otsenki istoricheskoi zastroiki SAVE: vozmozhnosti ispol'zovaniya v Rossii [SAVE is a Danish methodology for historical building assessment: opportunities for use in Russia]. *Arkhitekturnyi vestnik*. 2000. No. 2. Pp. 10–15. (rus)
16. *Regame S.K., Bruns D.V., Omel'yanenko G.B.* Sochetanie novoi i slozhivsheisya zastroiki pri rekonstruktsii gorodov [A combination of new and existing buildings in urban reconstruction]. Moscow: Stroiizdat, 1988. 143 p. (rus)
17. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu gradostroitel'noi, istoriko-kul'turnoi i tekhniko-ekonomicheskoi ekspertizy nedvizhimykh ob'ektov, sostoyashchikh pod gosudarstvennoi okhranoi, v poryadke podgotovki ikh k privatizatsii* [Guidelines for conducting urban planning, historical, cultural and technical-economic examination of immovable objects under state protection, in order to prepare them for privatization]. St.-Petersburg, 1997. (rus)
18. *Zelenova S.V.* Formirovanie sistemy kriteriev otsenki istoriko-arkhitekturnogo naslediya v Rossii [Formation of system of criteria for assessing the historical and architectural heritage in Russia. PhD Thesis]. Nizhnii Novgorod, 2009. 257 p. (rus)
19. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu predmeta okhrany ob'ektov kul'turnogo naslediya* [Guidelines for determining the subject of protection of cultural heritage], in 2 vol. Moscow: PF-Grado, 2011. 53 p. (rus)
20. *Metodicheskie rekomendatsii otsenki istoriko-kul'turnoi tsennosti poseleniya. Primenenie kriteriev istoriko-kul'turnoi tsennosti poseleniya v otsenke nedvizhimosti, raspolozhennoi v granitsakh istoricheskogo poseleniya* [Guidelines for assessing the historical and cultural value of settlement. Application of the criteria for historical and cultural value of settlement in the assessment of real estate, located within the boundaries of the historical settlement]. E.A. Shevchenko, Ed. St.-Petersburg: Zodchii, 2014. 264 p. (rus)

21. Prutsyn O.I. Restavratsiya i rekonstruktsiya arkhitekturnogo naslediya. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy restavratsii istoricheskogo i arkhitekturnogo naslediya: ucheb. posobie [Restoration and reconstruction of architectural heritage. Theoretical and methodological foundations of restoration of historical and architectural heritage]. Moscow, 1997. 104 p. (rus)
22. Vol'skaya L.N. Arkhitekturno-gradostroitel'naya kul'tura Sibiri: monografiya Ch. 1 [Architectural and urban culture of Siberia. Pt 1]. Novosibisk, 2015. 236 p. (rus)
23. Slabukha A.V. Ustanovlenie istoriko-kul'turnoi tsennosti ob'ektov arkhitekturnogo naslediya (chast' 1): organizatsionno-metodicheskie problemy [Establishment of historical and cultural value of objects of architectural heritage (part 1): organizational and methodological problems]. *Chelovek i kul'tura*. 2016. No. 6. Pp. 1–8. (rus)
24. Slabukha A.V. Ustanovlenie istoriko-kul'turnoi tsennosti ob'ektov arkhitekturnogo naslediya (chast' 2): kriterii i metod v sovremennoi ekspertnoi praktike [Establishment of historical and cultural value of objects of architectural heritage (Pt 2): Criteria and method in modern expert practice]. *Chelovek i kul'tura*. 2016. No.6. Pp. 9–22. (rus)
25. Philippot P. Historic preservation: philosophy, criteria, guidelines from M.K. Talley, N. Stanley-Price, A. Melucco Vaccaro. Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage. USA: Getty Institute, 1996. Pp. 268–274.
26. *How to assess built heritage? Assumptions, methodologies, examples of heritage assessment systems*. International Scientific Committee for Theory and Philosophy of Conservation and Restoration ICOMOS, Romualdo Del Bianco Fondazione, Lublin University of Technology. Florence-Lublin, 2015. 267 p.
27. *Établir une proposition d'inscription au patrimoine mondial*. Manuel de référence. Publié par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture. Deuxième édition, 2011. 142 p.

Сведения об авторах

Пасечник Игорь Леонидович, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4; генеральный директор, ООО «НИИПИ «Спецреставрация», 195299, г. Санкт-Петербург, ул. Киришская, 2, лит. А, ч. Пом 4-Н 38,2, pasechnik_spr@inbox.ru

Марушина Наталья Владимировна, научный сотрудник, ООО «НИИПИ «Спецреставрация», 195299, г. Санкт-Петербург, ул. Киришская, 2, лит. А, ч. Пом 4-Н 38,2, rvm_0307@mail.ru

Authors Details

Igor L. Pasechnik, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, St.-Petersburg, Russia; Director General, ООО 'NIiPI Spetsrestavratsiya', 2A-4-N 38,2, Kirishskaya Str., 195299, St.-Petersburg, Russia, pasechnik_spr@inbox.ru

Natalia V. Marushina, Research Assistant, ООО 'NIiPI Spetsrestavratsiya', 2A-4-N 38,2, Kirishskaya Str., 195299, St.-Petersburg, Russia, rvm_0307@mail.ru

УДК 72.035:719:[712.25:712.5:728.37] DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-20-37

*А.В. МИХАЙЛОВ,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ ОХРАНЫ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ПРИМЕРЕ БОЛЬНИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Актуальность темы обусловлена тем, что сохранение объекта культурного наследия и приспособление его для современного использования во многом зависит от возможностей и характера его приспособления. Изучение и систематизация предмета охраны необходима для создания гибкой системы, которая бы позволяла приспособить его и сохранить его особенности с гарантией устойчивого развития в данной сфере. Цель: аналитическим методом систематизировать существующие предметы охраны с анализом составляющих, классифицировать предметы охраны по видам объектов культурного наследия, типологизировать основные характеристики объектов культурного наследия и на основе полученных данных предложить гипотезу предметов охраны для каждого вида объектов. В работе рассматриваются проблемы, связанные с определением предмета охраны в соответствии с действующим законодательством по охране объектов культурного наследия для типа комплексные объекты здравоохранения. Комплексные объекты здравоохранения – это комплексы больниц (включающие в себя различные здания: административные корпуса, прозекторские, покойнички, аптеки, корпуса с квартирами для врачей), богадельни, т. к. их объемно-пространственное решение, с одной стороны, отражает особенности функции, а с другой – несет эстетические и архитектурно-градостроительные характеристики. Автором статьи проведен анализ публикаций по данной тематике, а также предложена укрупненная систематизация предметов охраны, акцентирующая внимание на наименее проработанных и наиболее проблемных аспектах, а именно градостроительных и нематериальных характеристиках. Предложены предметы охраны для типа комплексные объекты здравоохранения с учетом их особенностей, расположения в городской среде, композиционной составляющей, визуальных направлений и нематериальных характеристик объектов.

Ключевые слова: объекты культурного наследия; предметы охраны объекта культурного наследия; объемно-пространственная композиция; комплексные объекты здравоохранения.

Для цитирования: Михайлов А.В. Определение предметов охраны для объектов культурного наследия на примере больничных комплексов Санкт-Петербурга // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 20–37.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-2-20-37

*A.V. MIKHAILOV,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

SECURITY OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS ON THE EXAMPLE OF HOSPITAL COMPLEX OF SAINT-PETERSBURG

The paper concerns the preservation of the cultural heritage objects and their adaptation to modern usage which highly depends on their unique properties and the adaption process. Re-

search into and systematization of the cultural heritage are necessary to create a flexible system of adaptation and preservation specificity of the cultural heritage and ensure the sustainable development in this field. The purpose this work is to systematize the existing cultural heritage objects, analyze their components, and classify according their types. The typology of the main characteristics of cultural heritage objects is based on these data to propose a hypothesis of the components to be protected for each type of cultural objects. The paper concern is the definition of the components to be protected in accordance with the current legislation on the cultural heritage preservation, such as a hospital complex in Saint-Petersburg. The hospital complex infrastructure includes administrative buildings, prosecutorial, mortuary, pharmacies, apartments for doctors, poorhouses. Their spatial structure and architecture composition reflect their specific functions on the one hand, and esthetic, architectural and urban characteristics on the other. The analysis is given to the publications on this issue and the integrated systematization of the components to be protected is proposed, including more or less problematic aspects, such as urban planning and intangible dimensions. The hospital complex components are proposed for the protection taking into account their characteristics, location in the urban environment, compositional components, visual directions and intangible characteristics.

Keywords: cultural heritage sites; monuments; spatial structure; architectural composition; hospital complex.

For citation: Mikhailov A.V. Opredelenie predmetov okhrany dlya ob"ektov kul"turnogo naslediya na primere bol"nichnykh kompleksov Sankt-Peterburga [Security of cultural heritage objects on the example of hospital complex of Saint-Petersburg]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 20–37. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-2-20-37.

Введенное в российском законодательстве понятие «предмет охраны» является основополагающим при выполнении работ по сохранению и приспособлению объектов культурного наследия для современного использования. Актуальность темы обусловлена тем, что для сохранения объекта культурного наследия необходимо в полном объеме иметь предметы охраны данного объекта, т. к. они характеризуют его особенности и ценность. Цель – выявить особенности объектов культурного наследия и на их основании предложить дополнительные предметы охраны, необходимые для их сохранения. Аналитическим методом рассматриваются существующие предметы охраны объектов культурного наследия и систематизируются. Если сделать обзор публикаций последних пяти лет, то можно констатировать, что в основном это публикации с юридическим контекстом и связаны они с привлечением к уголовной и административной ответственности при выполнении работ на объектах культурного наследия. Например: Данилов В.А. «Уголовно-правовая охрана предметов, имеющих особую научную, историческую и художественную ценность»; Богомяков И.В. «Предмет охраны объекта культурного наследия: земельно-правовой аспект». А.Ю. Ложкин из Новосибирского государственного университета архитектуры, дизайна и искусств (кафедра основ архитектурного проектирования, истории архитектуры и градостроительства) в своих публикациях рассматривает предметы охраны с точки зрения установления их для достопримечательного места и оценки объектов конструктивизма. Конечно, нельзя не упомянуть о пионерской работе, вводящей понятие предмета охраны в отечественную сферу охраны культурного наследия и оперирующей им. Это науч-

ная работа коллектива Ассоциации исследователей Санкт-Петербурга, выполненная с участием Т.А. Славиной, С.В. Семенцова и В.В. Антонова [1, 2].

Эта тема интересовала автора настоящей статьи достаточно давно, и как следствие – изучение вопроса понятия «предмет охраны» в рамках магистерской работы «Предмет охраны объектов культурного наследия северной части Петергофского уезда» и статьи в различных журналах: Определение предметов охраны для объектов археологии на примере «Нижней дачи» в парке Александра в Международном научно-исследовательском журнале; Основные направления эволюции потребности сохранения объектов культурного наследия. Сохранение нематериальных особенностей в рамках VI Международной научно-практической конференции «Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие» в РГПУ им. А.И. Герцена; Принципы сохранения исторической среды и принципы сохранения нематериальных атрибутов объектов культурного наследия в соавторстве с С.В. Семенцовым в рамках Межрегиональной научно-практической конференции «Магистерские слушания» в рамках VII Межрегионального творческого форума «Архитектурные сезоны»; Особенности определения предметов охраны для объектов типа гидротехнические сооружения в Сборнике научных трудов по материалам XVI Международной научной конференции «Научные диалог: Молодой ученый»; Особенности определения предметов охраны для объектов типа дорожно-транспортная инфраструктура в журнале «Тенденции развития науки и образования»; Перспективы установления дополнительного правового регулирования исторических ландшафтов и произведений ландшафтной архитектуры в России в рамках научной конференции «Музейная жизнь дворцовых садов и парков»; Особенности определения предметов охраны для объектов типа дачи в журнале «Тенденции развития науки и образования».

И как достаточно убедительно показали исследования, описанные выше [3–10], понятие «предмет охраны» не является инновацией российского законодательства, а скорее, понятием, заимствованным и адаптированным из международной практики. Ранее автор уже упоминал в отдельных статьях, что эта гипотеза прежде всего подтверждается исследованием Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия 1972 г., в которой понятие «выдающаяся универсальная ценность» определяется как то, что является основанием для включения объекта в список объектов всемирного культурного и природного наследия и подлежит безусловному сохранению. По сути, аналогично в законодательстве Российской Федерации с 2002 г. появляется понятие «предмет охраны», которое не просто формулирует тот перечень особенностей объекта, благодаря которым он включается в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), а является ключевым при определении границ допустимого вмешательства при ремонте, реставрации и приспособлении памятника к современному использованию. Во всех случаях работы на памятнике допускаются «без изменения его особенностей, составляющих предмет охраны». Тем же условием определяется и право пользования памятником для юридических и физических лиц. Содержанием предмета охраны определяются те обязанности, которые государство налагает на арендатора или собственника. Таким обра-

зом, именно состав и содержание предметов охраны в каждом конкретном случае служит гарантией сохранения памятника [1, 2, 11, 12].

«Предмет охраны» – понятие относительно термина «выдающаяся универсальная ценность» достаточно новое. И хотя для нашего законодательства оно уже прошло практику апробации, но позитивно массово начало применяться относительно недавно. Об этом свидетельствует тот факт, что в отдельных субъектах Российской Федерации предметами охраны обеспечены менее 50 % объектов культурного наследия. Но этот же факт позволяет утверждать, что методическая база для определения предмета охраны еще не отработана и что данное направление имеет значительные перспективы для научных исследований и практической апробации.

Чтобы полностью сформировать предмет охраны объекта недвижимости, следует выявить его основные качественные характеристики. Для этого необходимо рассмотреть объект с точки зрения архитектуры, градостроительства, истории, археологии, эстетики, искусства, науки и техники, этнологии или антропологии и социальной культуры [13–15].

Целью определения предмета охраны является сохранение особенностей объекта культурного наследия, дошедших до нашего времени либо от первоначального замысла архитектора, либо как результат определенного исторического этапа его существования. В конечном итоге предмет охраны – еще одна степень защиты объекта культурного наследия [16–18].

Несмотря на наличие до сих пор множества дискуссий о вреде или пользе расчленения объекта на составляющий его предмет охраны, автор, руководствуясь нормами действующего законодательства об охране объектов культурного наследия, а также своими наработками по подготовке методики определения предмета охраны для объектов культурного наследия, предпринял попытку укрупненной систематизации предметов охраны, акцентировав внимание на наименее проработанных и наиболее проблемных аспектах, а именно градостроительных и нематериальных характеристиках, в том числе: трансграничные физические, а также объемно-планировочные и композиционные, включающие визуальные связи; нематериальное значение предмета охраны; нематериальные атрибуты предмета охраны.

Проведенный анализ различного типа объектов культурного наследия показал, что весьма недоработанным и недооцененным является предмет охраны такой группы объектов, как комплексные объекты здравоохранения – комплексы больниц, богадельни, т. к. их объемно-пространственное решение, с одной стороны, отражает особенности функции, а с другой – несет эстетические и архитектурно-градостроительные характеристики [19–21].

Анализируя существующие предметы охраны объектов данного типа, можно сделать вывод, что устанавливаются в основном следующие типы предметов охраны:

1. Архитектурно-художественное решение основных сохранившихся зданий и сооружений, реже парковой композиции.

2. Конструктивная система:

– объемно-планировочные;

– пространственно-планировочные;

– в некоторых присутствуют декоративно-прикладные элементы.

Рассмотрим несколько объектов культурного наследия данного типа.

Детская больница принца П.Г. Ольденбургского (с садом и оградой). Больница расположена по адресу: Санкт-Петербург, Центральный р-н, Лиговский пр., 8; 2-я Советская ул., 2; Греческий пр., 2; 4-я Советская ул., 1.

Исторические границы участка сохранились и проходят по красным линиям Лиговского пр., 2-й Советской ул., Греческого пр. и 4-й Советской ул. Корпуса расположены с образованием периметральной застройки с двумя внутренними дворами (в южном – сад) (рис. 1) [22].



Рис. 1. План границ выявленного объекта культурного наследия «Детская больница принца П.Г. Ольденбургского (с садом и оградой)»

Градостроительная ценность объекта состоит в том, что он – яркий пример больничного комплекса сер. XIX в., состоящего из крупных зданий, с периметральным типом застройки. Архитектурная ценность его в том, что он может служить образцом больничных зданий в комплексе, решенных в стиле эклектика (рис. 2).



Рис. 2. Главный фасад здания Детской больницы принца П.Г. Ольденбургского. Фото К.К. Буллы, 1912 г.

Предметами охраны комплекса являются исторические границы участка, историческая объемно-планировочная структура участка; объемно-пространственное решение и габариты корпусов, капитальные стены и их конструктивное решение, архитектурно-художественное решение фасадов и металлодекор, ограда на известняковом цоколе с металлической решеткой и двумя двустворными воротами; историческая объемно-планировочная композиция сада, старовозрастной древостой со стороны 2-й Советской ул.

Дополнительные предметы охраны отдельных элементов комплекса:

«Главное здание» (корпус № 1) – сводчатые перекрытия, исторические лестницы и вестибюль, сохранившиеся элементы архитектурно-декоративного оформления лестничных клеток и вестибюля. Здание является основным градостроительным акцентом комплекса (рис. 3). Симметричное в плане 3-этажное с подвалом здание расположено с отступом от красной линии Лиговского пр., от которой его отделяет сквер. Здание кирпичное оштукатуренное, решено в стиле эклектика. Функционально-планировочная организация коридорного типа. Палаты расположены со стороны внутреннего двора. Лицевой фасад на 29 осей. Основной акцент – центральный ризалит (оси 13–17) с колоннами в простенках в уровне 2-го и 3-го этажей, ступенчатым аттиком и входом (ось 15) с металлическим козырьком на стойках. Фланкирующие ризалиты (оси 2–4 и 26–28) композиционно замыкают здание. Промежуточные ризалиты (оси 8–9 и 21–22) поддерживают пластику фасада. Углы и простенки ризалитов рустованы. По вертикали подоконная тяга между 1-м и 2-м этажами композиционно делит здание на слабо рустованную зону 1-го этажа и гладко оштукатуренную

зону 2-го и 3-го этажей. Окна 1-го и 2-го этажей центрального ризалита с полуциркульным завершением, наличником и горизонтальным сандриком на кронштейнах. Окна 1-го и 2-го этажей крыльев – прямоугольной формы, 3-го этажа – лучковые. Все окна с наличниками и замковыми камнями. В цокольном этаже – небольшие лучковые окна с замковыми камнями [26].



Рис. 3. «Главное здание». Фото А.В. Михайлова, 2016 г.

«Летний» корпус (здание приемного покоя) (корпус № 2). Дополнительные предметы охраны – исторические материалы, лестницы, часть единого комплекса. Здание прямоугольное в плане, 2-этажное, кирпичное оштукатуренное, расположено с отступом от красной линии и непараллельно ей. Лицевой фасад на 15 осей решен в характере эклектики (рис. 4). Тяга между 1-м и 2-м этажами делит фасад на две зоны. 1-й этаж – французская рустика – с прямоугольными окнами в осях (1–3) и крупными входами прямоугольной формы в осях (4–15). 2-й этаж гладко оштукатуренный с прямоугольными окнами с наличниками, замковыми камнями и рустованными простенками по осям (2–3), (4–5), (14–15). Углы здания рустованы по всей высоте. Карниз сложный с мелкими кронштейнами.



Рис. 4. «Летний» корпус. Фото А.В. Михайлова, 2016 г.

«Отдельный» корпус (корпус № 3) предназначался для лечения больных инфекционными заболеваниями. Дополнительными предметами охраны являются своды подвального, 1-го и 2-го этажей, функционально-планировочная организация и особенности размещения здания на участке (рис. 5). Это 4-этажное кирпичное оштукатуренное здание на высоких подвалах расположено по Греческому пр. с незначительным отступом от красной линии. Функционально-планировочная система коридорного типа. Палаты обращены на Греческий пр. Коридор – галерея – во внутренний двор. Лицевой фасад на 20 осей декорирован рустами «под шубу» на всю высоту здания по осям: 1–4, 8–12, 16–20. Углы здания также рустованы. Входы расположены по осям 1, 10, 19 и 20, выдвинуты в виде портала. Окна 1-го этажа прямоугольной формы с замковым камнем, остальные – также прямоугольные, с наличниками. Окна 20-й оси по всем этажам с полуциркульным завершением, смещенные по высоте. Карниз профилированный [24, 25].

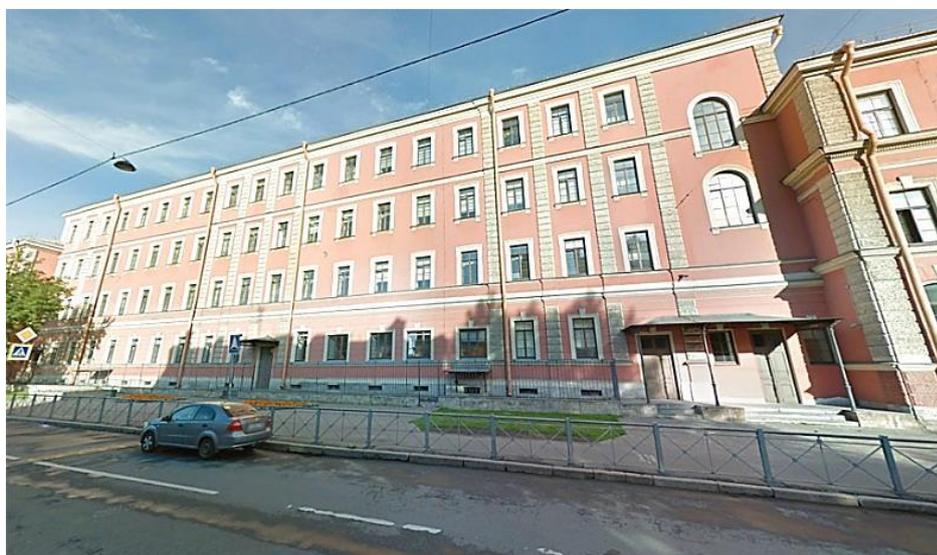


Рис. 5. «Отдельный» корпус. Фото А.В. Михайлова, 2016 г.

«Квартирный» флигель (корпус № 4) – 3-этажное кирпичное оштукатуренное здание на высоких подвалах расположено на пересечении 4-й Советской ул. и Лиговского пр. Лицевой фасад со стороны 4-й Советской ул. на 7 осей решен в стиле эклектика (рис. 6). Высокий рустованный, оштукатуренный «под шубу» цокольный этаж с лучковыми окнами. Пилястры, рустованные «под шубу», на всю высоту здания. Подоконная тяга между 1-м и 2-м этажами. Окна 1-го этажа прямоугольные, без наличника, с замковым камнем, 2-го этажа – лучковые, с наличником и замковым камнем в виде аканта. Карниз профилированный на мелких кронштейнах. Лицевой фасад со стороны Лиговского пр. на 9 осей. Вертикаль 1-й оси развернута под углом 45° относительно плоскости фасада. Вертикаль 9-й оси несколько утоплена. Фасад решен в архитектурных приемах, аналогичных предыдущим.



Рис. 6. «Квартирный» корпус. Фото А.В. Михайлова, 2016 г.

Здание «покойницкой, аптеки, прачечной и кухни». Кирпичное 2-этажное оштукатуренное здание, Г-образное в плане, на высоких подвалах; расположено в месте пересечения 4-й Советской ул. и Греческого пр. Лицевой фасад со стороны 4-й Советской ул. на 14 осей. Высокий, рустованный «под шубу» цокольный этаж (рис. 7). 1-й этаж со слабым рустом и гладко оштукатуренный 2-й этаж. В осях 1–7 окна прямоугольные, с наличниками и замковыми камнями. В осях 8–14 окна 1-го этажа лучковые, без наличников, с замковыми камнями; окна 2-го этажа с наличниками и замковыми камнями в виде аканта. Пилястры, рустованные «под шубу», на всю высоту здания со стороны угла и по осям 7–14. Плоскость фасада по вертикали 8-й оси несколько утоплена. Над окнами 11-й оси полукруглый фронтон, при этом вход – 10-я ось. Начиная с 10-й оси в цокольном этаже – небольшие лучковые окна. Сквозной проезд на территорию внутреннего двора комплекса – 11-я ось. Ложный карниз на мелких кронштейнах. Лицевой фасад со стороны Греческого пр. на 13 осей решен в аналогичных архитектурных приемах. Плоскость фасада по вертикали 9-й оси несколько утоплена [24–26].

В угловой части располагались прачечная и кухня, со стороны 4-й Советской улицы – покойницкая и аптека с лабораторией. Часть корпуса с аптекой надстроена в 1877 г.



Рис. 7. Здание «покойницкой, аптеки, прачечной и кухни». Фото А.В. Михайлова, 2016 г.

По результатам рассмотрения можно сделать вывод, что несмотря на то, что существующие предметы охраны содержат достаточно детальное описание объекта, они охватывают материальные архитектурно-художественные и объемно-планировочные составляющие комплекса и отдельных объектов, входящих в его состав. При этом конструктивные особенности характера сооружений имеют очень общее описание. Функциональное назначение не учтено вообще как особенность объекта, подлежащая сохранению, а именно это сохраняющееся историческое использование объекта во многом защищает его от видоизменений. Тот факт, что вот уже 150 лет в стенах объекта продолжается медицинская практика, имеет немаловажное значение не только для данного объекта, но и для сохранения и осознания общих процессов формирования и развития города. И это также в предмете охраны не учитывается, как, впрочем, и факт работы в стенах заведения ряда выдающихся медицинских деятелей, как, например, первая в России женщина-педиатр А.Н. Шабанова.

При установлении предмета охраны также важно учитывать градостроительное значение и окружение объекта, формирование объектом перспективы от Греческой пл. в сторону пл. Восстания, целостный квартальный характер комплекса, особенности городской среды, воспринимаемой с главного корпуса и пр. Все это подлежит тщательному изучению и фиксации в составе предметов охраны объекта, чтобы потом стать надежной основой для сохранения исторической городской среды.

Обуховская больница. Аналогичную рассмотренному выше объекту неполноту в определении предмета охраны можно проиллюстрировать на примере исторической Обуховской больницы (комплекс), расположенной по адресу: Санкт-Петербург, Адмиралтейский р-н, наб. реки Фонтанки, 106; Загородный пр., 47; Введенский кан., 1.

Комплекс Обуховской больницы расположен на левом берегу р. Фонтанки между Обуховским и Семеновским мостами, на большом прямоугольном угловом участке, ограниченном Загородным пр. и Введенским каналом,

и по юго-восточной меже больница граничит с Технологическим институтом (рис. 8). Данная территория в первой четв. XVIII в. принадлежала Нарышкину, родственнику Петра I. В 1739 г. участок перешел во владение А.П. Волынского. В 1762 г. он перешел в казну, и здесь разместился царский псарный двор. В 1779 г. на участке была открыта первая в городе Мужская Обуховская больница, на территории построили деревянные здания. В 1782–1787 гг. на наб. реки Фонтанки возведено первое каменное здание больницы; к концу XVIII в. сформировались существующие границы участка. Комплекс сложился в последней трети XIX в. Первоначальное использование – в качестве городской больницы с отделением для умалишенных – до 1828 г., до 1836 г. – «смирительный» (арестантский) дом, далее – в качестве городской больницы. Кроме зданий, входящих в состав объекта культурного наследия, на территории комплекса находятся постройки, не состоящие под охраной [23, 27].

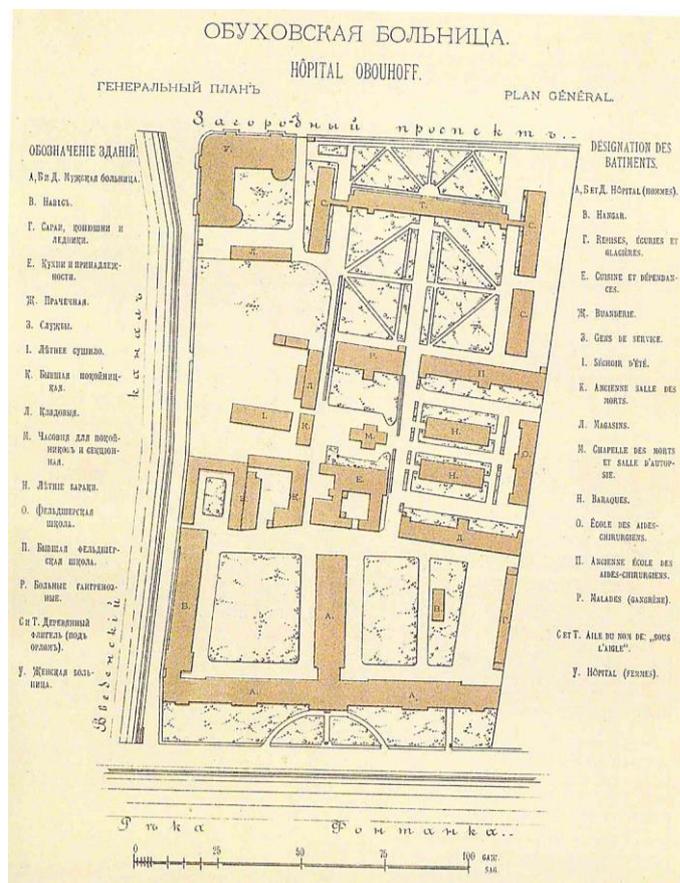


Рис. 8. Генеральный план Обуховской больницы. 1870-е гг.

Состав комплекса: главное здание с палисадником, 1782–1784 гг.; 1950-е гг. – перестройка (наб. реки Фонтанки, 106); женское отделение, 1835–1840 гг., арх. П.С. Плавов (Загородный пр., 47); лечебный корпус в память принца П.Г. Ольденбургского, 1864–1866 гг., арх. И.В. Штром (Введен-

ский кан., 1); ограда, 1839 г.; сады, 1828–1829 гг. Известны и сохранились до настоящего времени чертежи Обуховской больницы, но без подписи автора. В литературе XIX в. – путеводителях и сочинениях, специально посвященных истории больницы, имя архитектора также не приводится, за исключением книги Ф. Германа, в которой строителем здания назван арх. Гавренти, т. е. Кваренги (автор искажил фамилию зодчего). И. Божерянов также указывает, что в 1782 г. Кваренги начал постройку больницы. Однако в работах акад. Фомина, Курбатова и других автором главного корпуса неизменно называется Л. Руска (рис. 9, 10).

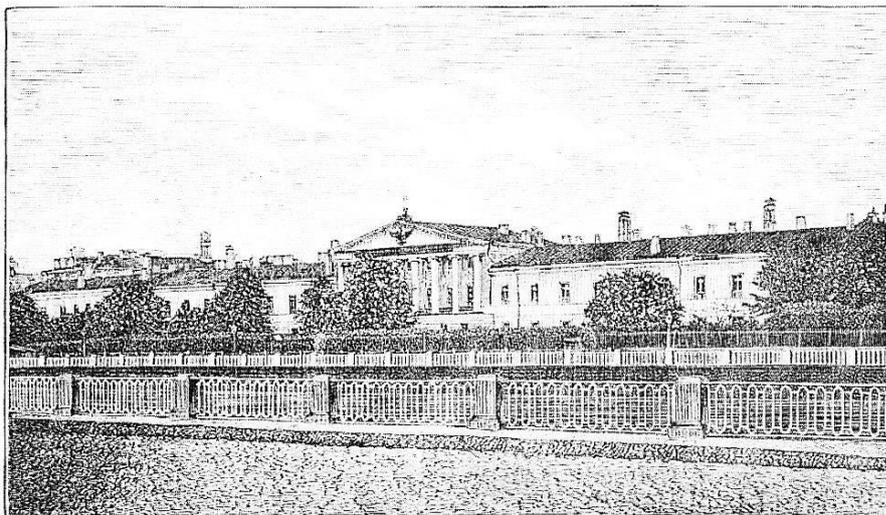


Рис. 9. Обуховская больница. Мужское отделение. Гравюра (Угрюмов П.К. Городская Обуховская больница // Городские заведения врачебные и общественного призрения. СПб., 1886)

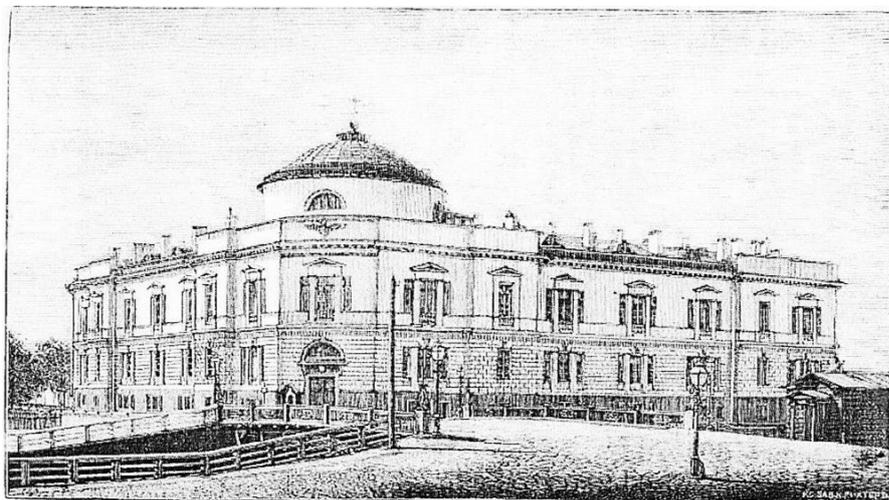


Рис. 10. Обуховская больница. Женское отделение. Гравюра (Угрюмов П.К. Городская Обуховская больница // Городские заведения врачебные и общественного призрения. СПб., 1886)

Комплекс является ярким примером одной из старейших городских больниц, хорошо сохранившимся до наших дней. К основным предметам охраны относится объемно-пространственное решение и архитектурно-художественное оформление всех фасадов зданий, входящих в состав объекта культурного наследия, а также ценные интерьеры зданий, включая кирпичные своды, габариты и конфигурация крыш, архитектурный декор (рис. 11, 12) [28].



Рис. 11. Лицевой фасад главного здания. Вид на юго-запад. Фото А.В. Михайлова, 2015 г.



Рис. 12. Здание бывшего женского отделения. Вид с пересечения Загородного пр. и ул. Введенского канала. Фото А.В. Михайлова, 2015 г.

При этом, как и в предыдущем примере, имеется достаточно детальное описание архитектурно-художественного и объемно-пространственного решений каждого объекта и его фотофиксация, в том числе интерьеров. Имеются упоминания материалов, из которых сложены отдельные конструкции. Например, упоминается, что здание женского отделения, входящее в комплекс «Обуховская больница», – классической архитектуры, двухэтажное, на высоком цоколе, выполнено в кирпиче и оштукатурено, цоколь облицован известняком, лепные детали гипсовые. В предметах охраны фигурируют па-

лисадники как элементы планировочной и объемной композиции всего комплекса. Имеется описание архитектурно-стилистических характеристик элементов – «над цоколем расположено два яруса колонн дорического ордера». В отличие от Детской больницы принца П.Г. Ольденбургского, при подготовке предмета охраны на Обуховскую больницу было уделено больше внимания ее градостроительным особенностям. Это может быть связано как со спецификой образования специалиста, определявшего предмет охраны, так и с тем, что данная работа является более поздней и, следовательно, учитывает в какой-то степени развитие понятия «предмет охраны». Так, указывается, что здание женского отделения является градостроительным акцентом объемно-пространственного решения площади перед Витебским вокзалом, а лечебный корпус входит во фронт застройки Введенского канала. Достаточно большое внимание уделено объемно-планировочным характеристикам территории, а именно садам и малым архитектурным формам.

Для летнего размещения больных в 1789 г. было выстроено шесть деревянных флигелей на каменном фундаменте, тут же был разведен сад для отдыха выздоравливающих. Сад занимал юго-западную часть двора, в плане Г-образной формы с продольной аллеей, ориентированной по оси север-юг. Южная часть была оформлена в виде двух прямоугольников со срезанными углами и радиальными дорожками: западную составили два квадратных в плане газона с радиально-перекрещивающимися дорожками и круглой площадкой с беседкой в центре. Секционная кованая ограда на кирпичных оштукатуренных и декорированных в характере классицизма столбах располагается по красной линии Загородного пр. Цоколь ограды составляют цельные гранитные блоки: прямоугольные – под звеньями и квадратные – под столбами. Протяженная металлическая ограда с двумя каменными сторожками-караулками по Загородному пр. была устроена в 1839 г., в 1913 г. она была капитально отремонтирована [27].

Детальное рассмотрение предмета охраны двух исторических комплексов наглядно показало, что при довольно подробном описании архитектурно-художественных и объемно-планировочных особенностей зданий и сооружений, входящих в состав комплекса объекта культурного наследия, очень небольшое внимание уделяется его градостроительным особенностям. При этом те градостроительные особенности, которые удается выделить, ограничиваются отдельными описаниями местоположения объектов комплекса в градостроительной структуре и вообще не упоминают особенности окружающей комплекс внешней исторической среды, хотя при обсуждении ни у кого не вызывает сомнения, что многие объекты строились с ее учетом и ориентированы на ее восприятие, а следовательно, подлежат сохранению. Но не только внешние, но и внутренние визуальные связи анализируются весьма поверхностно. Что касается нематериальных характеристик, начиная с исторического функционального использования и кончая влиянием исторических событий и личностей на формирование эмоционально-художественного исторического образа объекта, то этот аспект упускается практически повсеместно, хотя важность его в понимании значения объекта для истории города среди специалистов и не оспаривается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Методические указания* по проведению градостроительной, историко-культурной и технико-экономической экспертизы недвижимых объектов, состоящих под государственной охраной, в порядке подготовки их к приватизации / ТОО «Ассоциация исследователей Санкт-Петербурга». СПб., 1997.
2. *Славина Т.А.* Предмет охраны. К вопросу об охране и использовании природно-культурного наследия // Памятники истории и культуры Санкт-Петербурга: Исследования и материалы. Вып. 4. СПб. : Белое и чёрное, 1997. С. 10–23.
3. *Михайлов А.В.* Предмет охраны объектов культурного наследия северной части Петергофского уезда : выпускная квалификационная работа (уровень магистратуры). 2017. 127 с. Условия доступа : <https://tucont.ru/efd/619410>
4. *Михайлов А.В.* Определение предметов охраны для объектов археологии, на примере «Нижней дачи» в парке Александрия // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 10 (64). С. 125–128.
5. *Михайлов А.В.* Основные направления эволюции потребности сохранения объектов культурного наследия. Сохранение нематериальных особенностей // РГПУ им. А.И. Герцена в VI Международной научно-практической конференции «Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие». СПб., 2017. С. 69–72.
6. *Семенов С.В., Михайлов А.В.* Принципы сохранения исторической среды и принципы сохранения нематериальных атрибутов объектов культурного наследия // Магистерские слушания : сб. материалов Межрегиональной научно-практической конференции в рамках VII Межрегионального творческого форума «Архитектурные сезоны в СПбГАСУ», 18–21 апреля 2017 г. / М-во образования и науки РФ, С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т. СПб. : [б. и.], 2017. 100 с.
7. *Михайлов А.В.* Особенности определения предметов охраны для объектов типа «гидротехнические сооружения» // Научные диалоги: Молодой ученый : сб. научных трудов по материалам XVI Международной научной конференции, 22 апреля 2018 г. Ч. 2. М. : ЦНК МНИФ «Общественная наука», 2018. С. 43–46.
8. *Михайлов А.В.* Особенности определения предметов охраны для объектов типа «дорожно-транспортной инфраструктуры» // Тенденции развития науки и образования. 2018. Октябрь. № 43. С. 76–79.
9. *Михайлов А.В.* Перспективы установления дополнительного правового регулирования исторических ландшафтов и произведений ландшафтной архитектуры в России // Музейная жизнь дворцовых садов и парков : материалы научной конференции, 14 ноября 2018 г. СПб. : ООО «Дом Цвета», 2018. С. 232–235.
10. *Михайлов А.В.* Особенности определения предметов охраны для объектов типа «дачи» // Тенденции развития науки и образования. Ч. 3. 2019. Январь. № 46. С. 92–95.
11. *Гришин С.Ф.* Строительные конструкции как предмет охраны исторической застройки // Недвижимость: экономика, управление. 2003. № 6.
12. *Кедринский А.А.* Основы реставрации памятников архитектуры. М. : Изобразительное искусство, 1999. 320 с.
13. *Закон «Об охране объектов культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ.*
14. *Беспятых Ю.Н.* Петербург Петра I в иностранных описаниях. СПб. : Наука, Ленинградское отделение, 1991. 280 с.
15. *Всеобщая история архитектуры*: в 12 т. Т. 8. М., 1969. С. 490.
16. *Лобанова В.В.* Информационное обеспечение формирования предмета охраны объекта недвижимости «с точки зрения истории» // Объединенная Международная научно-практическая конференция «Электронный век культуры» и «EVA 2013 Москва», 19–22 ноября 2013 г. Условия доступа : <https://eva.rsl.ru/ru>
17. *«Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия»* (Заключена в г. Париже 16.11.1972) // Международные нормативные акты ЮНЕСКО. М. : Логос, 1993. С. 290–302.

18. «Конвенция о защите культурных ценностей в случае вооруженного конфликта» [рус., англ.] (Вместе с «Исполнительным регламентом...», «Протоколом» и Резолюциями I, II, III) (Заклучена в г. Гааге 14.05.1954) // Международные нормативные акты ЮНЕСКО. М. : Логос, 1993. С. 258–281.
19. Возняк Е.Р. Теория исторических архитектурных форм: вчера и сегодня // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 3. С. 22–31.
20. Семенцов С.В. Этапы пространственного формирования Санкт-Петербурга: кристаллизация градостроительного генетического кода, единство развития и сохранения // Промышленное и гражданское строительство. 2007. 22 марта. С. 29.
21. Семенцов С.В. Развитие регулярной Санкт-Петербургской агломерации после Петра Великого и проблемы ее сохранения как Объекта Всемирного наследия // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 4 (45). С. 16–24.
22. Георги И.Г. Описание российско-императорского столичного города Санкт-Петербурга и достопамятностей в окрестностях оного, с планом / вступ. ст. Пирютко. СПб. : Лига, 1996. 527 с. (Мраморная серия / авт.-сост. А.А. Алексеев).
23. Пыляев М.И. Старый Петербург. Рассказы из былой жизни столицы. М. : Директ-Медиа, 2007. 817 с.
24. Векслер А., Исаченко В. Греческий проспект. СПб. : ЗАО Центрполиграф, 2008. 265 с.
25. Очерк устройства и двадцатипятилетней деятельности Детской больницы принца Петра Ольденбургского. СПб., 1894. С. 355.
26. Опыт работы детской городской больницы № 19 им. К.А. Раухфуса: (К 130-летию больницы) : сб. науч. тр. СПб., 1999. С. 210.
27. Нечаев А.А. Очерки по истории Обуховской больницы. Л., 1952. С. 239.
28. Белевитин А.Б., Немченко В.И. Обуховская больница. СПб., 2003. С. 55.

REFERENCES

1. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu gradostroitel'noi, istoriko-kul'turnoi i tekhniko-ekonomicheskoi ekspertizy nedvizhimykh ob"ektov, sostoyashchikh pod gosudarstvennoi okhranoi, v poryadke podgotovki ikh k privatizatsii. TOO Assotsiatsiya issledovatelei Sankt-Peterburga [Guidelines for conducting urban planning, historical, cultural and technical-economic examination of immovable objects, which are under state protection, in order to prepare them for privatization. St-Petersburg, 1997. (rus)]
2. Slavina T.A. Predmet okhrany. K voprosu ob okhrane i ispol'zovanii prirodno-kul'turnogo naslediya [Protection and use of natural and cultural heritage]. In: Pamyatniki istorii i kul'tury Sankt-Peterburga: Issledovaniya i materialy [Historical monuments of St.-Petersburg]. St.-Petersburg: Beloe i chernoe, 1997. Pp. 10–23. (rus)]
3. Mikhailov A.V. Predmet okhrany ob"ektov kul'turnogo naslediya severnoi chasti petergofskogo uezda [The subject of protection of cultural heritage sites in the northern part of the Peterhof County]. 2017. 127 p. Available: <https://rucont.ru/efd/619410> (rus)]
4. Mikhailov A.V. Opredelenie predmetov okhrany dlya ob"ektov arkheologii, na primere «Nizhnei dachi» v parke Aleksandriya [Determination of protection for objects of archeology on the example of Lower Dacha in Alexandria Park]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2017. No. 10 (64). Pp. 125–128. (rus)]
5. Mikhailov A.V. Osnovnye napravleniya evolyutsii potrebnosti sokhraneniya ob"ektov kul'turnogo naslediya. Sokhraneniye nematerial'nykh osobennostei [The main directions of preserving objects of cultural heritage. Preservation of intangible features]. In: VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskaya konferentsii Prirodnoe i kul'turnoe nasledie: mezhdistitsiplinarnye issledovaniya, sokhraneniye i razvitie (Proc. 7th Int. Conf. 'Natural and Cultural Heritage: Interdisciplinary Research Preservation and Development'). St.-Petersburg, 2017. Pp. 69–72. (rus)]
6. Sementsov S.V., Mikhailov A.V. Printsipy sokhraneniya istoricheskoi sredy i printsipy sokhraneniya nematerial'nykh atributov ob"ektov kul'turnogo naslediya [The principles of preserving the historical environment and the principles of preserving the intangible attributes of cultural heritage sites]. In: Magisterskie slushaniya : sb. materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii v ramkakh VII Mezhdunarodnogo tvorcheskogo foruma

- Arkhitekturnye sezony v SPbGASU (*Proc. Int. Sci. Conf. 'Architectural Seasons in SPSUACE'*), St.-Petersburg, 2017. 100 p. (rus)
7. Mikhailov A.V. Osobennosti opredeleniya predmetov okhrany dlya ob"ektov tipa gidrotekhnicheskie sooruzheniya [Definition of objects of protection for objects of hydraulic structures]. In: Nauchnye dialogi: Molodoi uchenyi: sb. nauchnykh trudov po materialam XVI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (*Proc. 26th Int. Sci. Conf. 'Scientific Dialogues: Young Scientist'*), Pt 2. Moscow: Obshchestvennaya nauka, 2018. Pp. 43–46. (rus)
 8. Mikhailov A.V. Osobennosti opredeleniya predmetov okhrany dlya ob"ektov tipa dorozhno-transportnoi infrastruktury [Definition of objects of protection of road infrastructure]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2018. No. 43. Pp. 76–79. (rus)
 9. Mikhailov A.V. Perspektivy ustanovleniya dopolnitelnogo pravovogo regulirovaniya istoricheskikh landshaftov i proizvedenii landshaftnoi arkhitektury v Rossii [Prospects for establishing additional legal regulation of historic landscapes and landscape architecture in Russia]. In: Muzeinaya zhizn' dvortsovykh sadov i parkov : materialy nauchnoi konferentsii (*Proc. Sci. Conf. 'Museum Life of Palace Gardens and Parks'*). St.-Petersburg: Dom Tsveta, 2018. Pp. 232–235. (rus)
 10. Mikhailov A.V. Osobennosti opredeleniya predmetov okhrany dlya ob"ektov tipa dachi [Definition of protection objects of gardens]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2019. No. 46. Pp. 92–95. (rus)
 11. Grishin S.F. Stroitel'nye konstruksii kak predmet okhrany istoricheskoi zastroiki [Building structures as a subject of protection of historical buildings]. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie*. 2003. No. 6. (rus)
 12. Kedrinskii A.A. Osnovy restavratsii pamyatnikov arkhitektury [Basics of restoration of architectural monuments]. Moscow: Izobrazitel'noe iskusstvo, 1999. 320 p. (rus)
 13. Zakon 'Ob okhrane ob"ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kul'tury) narodov Rossiiskoi Federatsii' ot 25.06.2002 N 73-FZ [Law N 73-FZ "On Protection of Cultural Heritage Objects (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation", 25.06.2002]. (rus)
 14. Bespyatykh Yu.N. Peterburg Petra I v inostrannykh opisaniyakh [Petersburg of Peter I in foreign descriptions]. St.-Petersburg: Nauka, 1991. 280 p.
 15. Vseobshchaya istoriya arkhitektury [The general history of architecture], in 12 vol. 1969. V. 8. 490 p. (rus)
 16. Lobanova V.V. Informatsionnoe obespechenie formirovaniya predmeta okhrany ob"ekta nedvizhimosti s tochki zreniya istorii [Information support for the formation of protection object of the property in terms of history]. Ob"edinennaya mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Elektronnyi vek kul'tury i EVA 2013 Moskva (*Proc. Int. Sci. Conf. 'Electronic Age of Culture'*). 2013. Available: <https://eva.rsl.ru/ru> (rus)
 17. Konventsia ob okhrane vsemirnogo kul'turnogo i prirodnogo naslediya (Zaklyuchena v g. Parizhe 16.11.1972) [Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. Paris, 16.11.1972]. Moscow: Logos, 1993. Pp. 290–302. (rus)
 18. Konventsia o zashchite kul'turnykh tsennostei v sluchae vooruzhennogo konflikt (Vmeste s «Ispolnitel'nym reglamentom...», «Protokolom» i Rezolyutsiyami I, II, III) (Zaklyuchena v g. Gaage 14.05.1954) [Convention for the protection of cultural property in the event of armed conflict. Hague, 14.05.1954]. Moscow: Logos, 1993. Pp. 258–281. (rus)
 19. Voznyak E.R. Teoriya istoricheskikh arkhitekturnykh form: vchera i segodnya [The theory of historical architectural forms: yesterday and today]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2013. No. 3. Pp. 22–31. (rus)
 20. Sementsov S.V. Etapy prostranstvennogo formirovaniya Sankt-Peterburga: kristallizatsiya gradostroitel'nogo geneticheskogo koda, edinstvo razvitiya i sokhraneniya [Stages of the spatial formation of St.-Petersburg: crystallization of town-planning genetic code, development and preservation]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2007. P. 29. (rus)
 21. Sementsov S.V. Razvitie regul'arnoi Sankt-Peterburgskoi aglomeratsii posle Petra Velikogo i problemy ee sokhraneniya kak Ob"ekta Vsemirnogo naslediya [Development of regular St.-Petersburg agglomeration after Peter the Great and problems of its preservation as a World Heritage Site]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2014. No. 4 (45). Pp. 16–24. (rus)

22. *Georgi I.G.* Opisanie rossiisko - imperatorskogo stolichnogo goroda Sankt-Peterburga i dostopamyatnostei v okrestnostyakh onogo, s planom [Description of the Russian - imperial capital city of St.-Petersburg and sights in the vicinity thereof, with a plan]. St.-Petersburg: Liga, 1996. 527 p. (rus)
23. *Pylyayev M.I.* Staryi Peterburg. Rasskazy iz byloi zhizni stolitsy [Old Petersburg. Stories from the former life of the capital]. Moscow: Direkt-Media, 2007. 817 p. (rus)
24. *Veksler A., Isachenko V.* Grecheskii prospect [Grecheskii Prospect]. St.-Petersburg: Tsentrpoligraf, 2008. 265 p. (rus)
25. *Ocherk ustroystva i dvadtsatipyatiletnei deyatel'nosti Detskoj bol'nitsy printsa Petra Ol'denburgskogo* [Twenty-five years of activity of the Children's Hospital of Prince Peter of Oldenburg]. St.-Petersburg, 1894. 355 p. (rus)
26. *Opyt raboty detskoj gorodskoi bol'nitsy N 19 im. K.A. Raukhfusa: (K 130-letiyu bol'nitsy)* [Experience of K.A. Rauffus Children's City Hospital N 19 (130th anniversary of the hospital)]. St.-Petersburg, 1999. 210 p. (rus)
27. *Nechaev A.A.* Ocherki po istorii Obukhovskoi bol'nitsy [Essays on the history of Obukhov hospital]. Leningrad, 1952. 239 p. (rus)
28. *Belevitin A.B., Nemchenko V.I.* Obukhovskaya bol'nitsa [Obukhov hospital]. St.-Petersburg, 2003. 55 p. (rus)

Сведения об авторе

Михайлов Алексей Владимирович, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, 4, kgiop501@yandex.ru

Author Details

Aleksey V. Mikhailov, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, St.-Petersburg, Russia, kgiop501@yandex.ru

УДК 72. 035/036

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-38-46

*Ю.В. ПЕТРУСЕНКО,
Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета*

АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОСОБНЯКА А. ВЕЛИКАНОВОЙ

В настоящей статье автором рассматриваются архитектурно-художественные и конструктивные особенности особняка А. Великановой, построенного по проекту ростовских архитекторов Н.А. Дорошенко и Н.М. Соколова в 1890 г. в г. Ростове-на-Дону. Определяются основные условия проектирования, значение объекта в исторической застройке. Проблемная ситуация заключается в отсутствии целостной картины о данном строении, являющемся объектом культурного наследия регионального значения. Цель исследования – выявление конструктивных и архитектурно-художественных особенностей особняка А. Великановой, влияющих на архитектурно-строительную практику Ростова-на-Дону. Реализация данной цели представляется возможной на основании архивных и натурных исследований рассматриваемого объекта.

Ключевые слова: особняк; архитектура; конструктивные, архитектурно-художественные особенности; модерн; эклектика.

Для цитирования: Петрусенко Ю.В. Архитектурно-художественные и конструктивные особенности особняка А. Великановой // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 38–46.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-38-46

*Y.V. PETRUSENKO,
The Academy Of Architecture And Arts, Southern Federal University*

ARCHITECTURAL AND STRUCTURAL FEATURES OF VELIKANOVA'S MANSION

The paper describes the architectural, artistic and structural features of of Velikanova's mansion, designed by Rostov-on-Don architects N. A. Doroshenko and N.M. Sokolov in 1890. The design and value of the object in the historical housing are determined. The problem situation is the lack of a holistic picture of this structure, which is an object of cultural heritage of regional significance. The purpose of the study is to identify the constructive, architectural and artistic features of Velikanova's mansion affecting the architectural and construction practices of Rostov-on-Don. The implementation of this goal seems possible on the basis of archival and field studies of the object under consideration.

Keywords: mansion; architecture; structure; architectural and artistic features; modern; eclectic.

For citation: Petrusenko Y.V. Arkhitekturno-khudozhestvennye i konstruktivnye osobennosti osobnyaka A. Velikanovoi [Architectural and structural features of Velikanova's mansion]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 38–46.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-38-46

Архитектура г. Ростова-на-Дону второй половины XIX в. сформирована малоэтажной застройкой с присущими ей чертами «образцовых» столичных проектов и новыми элементами, зависящими от условий городской жизни. «Архитектура Ростова-на-Дону приобрела черты законченности, свойственные облику европейского города во второй половине XIX – начале XX века» [1, с. 266]. В это время происходит активное развитие городской культуры на Юге России. В застройке городов появляется значительное количество новых типов зданий и сооружений. Среди городского жилища характерным типом стал многоквартирный дом повышенной этажности (более двух этажей). Особое место в застройке городов отводилось особнякам, доходным домам, фасады которых являлись своего рода рекламой для своих владельцев. Архитектурный облик зданий создавался в основном по запросам заказчиков, продиктованный модой того времени, а также собственными представлениями архитектора.

Актуальность данной темы сегодня обусловлена возросшим интересом к историческому наследию региональной архитектуры, а также в связи с реконструкцией и новым строительством в условиях исторического центра города. В настоящей работе рассматривается историческое возникновение особняка А. Великановой, его архитектурно-художественные и конструктивные особенности, формирующие архитектурно-строительную практику Ростова-на-Дону, данный объект представляет собой культурную историческую ценность для города. Целью исследования является рассмотрение и установление архитектурно-художественных особенностей особняка А. Великановой. Метод исследования основан на натурном исследовании объекта, фотофиксации, изучении архивных документов в комитете по охране памятников Ростовской области, изучении и анализе общей и специальной литературы по данному вопросу.

Развитие рационалистических тенденций в архитектуре в период эклектики, появление новых типов зданий и следование европейской и столичной моде способствовали появлению на Юге России в конце XIX – начале XX в. стиля модерн. По мнению Красовского, изложившего основы рационалистических принципов, архитекторы должны руководствоваться одним правилом – «преобразовывать полезное в изящное» [2, с. 7]. Рационалистические тенденции в архитектуре в основном сталкивались с эклектическим убранством фасадов. Перед архитекторами ставилась новая задача, заключающаяся в поиске особого стиля, который соответствовал бы новым требованиям, предъявляемым к архитектуре зданий. Таким стилем становится стиль модерн. Модерн – это архитектурный стиль, получивший распространение в Европе, а затем и в России в 1890–1910-е гг. Модерном считают архитектуру, отказавшуюся от подражательности и каноничности. Архитектуре модерна присуще использование новых материалов, современность и новизна [3]. В модерне «прекрасным» являются не геометрические формы в объеме или плане и не использование декора на фасадах, а специфически обработанная утилитарно-конструктивная форма, принятая для модерна как норма красоты. Основываясь на исследования Е.И. Кириченко, можно сказать, что «модерн не создал нового стиля в традиционном понимании, стиля как системы единых образных художественных форм, выполняющих роль стилеобразующего фактора, стиля типологически родственного архитектурным стилям, начиная

с эпохи Возрождения» [4, с. 180]. Е.И. Кириченко пишет о том, что, несмотря на сознательное отталкивание от эклектики, модерн все же содержит в себе многие ее особенности, но уже в преобразованном виде, такие как идея развития и историзма [Там же]. В городах Юга России модерн в основном представлен интерпретацией эклектичных форм и приемов стиля [1].

В 1870–1890 гг. особенное распространение получил «кирпичный» стиль. «Новаторство “кирпичного” стиля паллиативно, он – тоже эклектика» [4, с. 165]. «Кирпичный» стиль является примером рационального направления в архитектуре. Н.М. Соколов, один из авторов рассматриваемого объекта особняка А. Великановой, является ярким представителем «кирпичного стиля». Будучи городским архитектором (1887–1906), Н.М. Соколов был представителем рационального направления архитектуры, основы которого были заложены еще в студенческие годы профессорами Института гражданских инженеров (И.С. Китнер, В.А. Шретер, Г.А. Боссе, Бернгард и др.). Н.М. Соколов все же умело сдерживает безудержность ростовской эклектики. Архитектор всегда остается верен своему мастерству, конструкции, общей пространственной идее [5, с. 57].

Рассматриваемый объект – особняк А. Великановой – построен по проекту ростовских архитекторов Н.А. Дорошенко и Н.М. Соколова в 1890 г. Дом был сооружен для Пелагеи (полное имя Аполлинария) Великановой (рис. 1), дочери С.И. Великанова, владельца торгового дома «Великанов С.И. Посуда». В доме А. Великанова проживала со своим мужем М.К. Козловым, горным инженером, гласным городской думы. В 1924 г. особняк был передан государственной публичной библиотеке им. К. Маркса. С 1994 г. в нем располагается Ростовское художественное училище им. М.Б. Грекова (рис. 2) [Там же].

Особняком конца XIX – начала XX в. называют тип жилого здания, существенно отличающийся от индивидуального жилья предшествующих периодов. Особняк А. Великановой предположительно принадлежит стилю модерн. «Еще на заре эпохи эклектики (вторая четверть XIX века) в загородных домах и дачах, а затем и в городских особняках были впервые реализованы кардинально новые принципы формообразования» [6, с. 12], которые получили дальнейшее развитие в эпоху модерна. Опираясь на изученную Е.И. Кириченко русскую архитектуру 1830–1910-х гг., можно выделить характеристики, присущие особняку в стиле модерн: свободное расположение здания на участке, визуальное взаимодействие с окружающей средой; свободное планировочное решение, обусловленное заданной функцией; цельная объемно-пространственная композиция, пластика в декоре фасадов, восприятие объекта с различных ракурсов; стилизация форм; характерный для стиля модерн подход к декору.

Для модерна механическое разделение декора и конструкции здания не представлялось возможным, в отличие от предшествующей эклектики, где декор был как бы изолирован от конструкции [4, с. 199]. «Модерн знает два типа декора. Первый – декор, непосредственно сплавленный с конструкцией, неотделимый от нее, от функционального, который можно определить и как декоративную интерпретацию конструктивных или утилитарных элементов... Второй тип декора – графичный, линейный орнамент, живопись, майолико-

вые панно – всегда подчеркнута нефункционален и противопоставлен конструктивной форме» [Там же, с. 197–198].

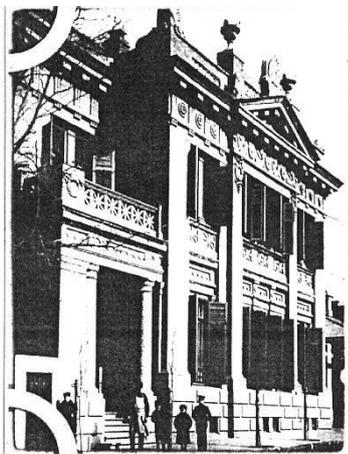


Рис. 1. Особняк С.И. Великанова. Фото начала XX в. [7]



Рис. 2. Особняк А. Великановой. Вид с юго-запада. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.

Особенностью такого типа здания, как «особняк», является определенная степень свободы от внешних условий практического характера и от сложившихся художественных традиций прошлого. «Особняк – наиболее свободный, гибкий и мобильный тип зданий. Он менее зависит от утилитарных требований и строительных стандартов, чем, например, многоквартирный дом» [5, с. 12]. Планировочные и композиционные решения особняка представляют собой индивидуальную завершенность. В особняке наиболее полно могут выразиться творческие концепции автора проекта и своеобразные предпочтения заказчика. Практическая реализация основных характеристик данного типа здания требовала определенных градостроительных, экономических и культурных условий.

Особенности расположения особняков в структуре города во многом зависели от характера среды, в которую он погружался. Важная характеристика особняков модерна – это органичная связь внешнего и внутреннего пространства, планировочных решений, функций, связь формы внешнего объема и пластики фасадов. По мнению Е.И. Кириченко, эклектике и архитектуре нового времени присущ принцип проектирования «снаружи-внутри», когда задана форма плана и объема, а от нее уже зависит внутреннее расположение помещений, а в модерне противоположный принцип «изнутри-наружу» – форма плана и объема не задана изначально, а вытекает из особенностей пространственно-планировочной структуры сооружения [4].

В конце XIX – начале XX в. происходил рост численности населения Ростова-на-Дону, но в чертах уже существующей территории города, вследствие чего в центральной части города происходило увеличение этажности построек, а также уплотнение городской застройки [8]. Центральные кварталы города были застроены сплошным фронтом, что значительно затрудняло применение всефасадности здания, восприятие с различных ракурсов и отраже-

ние внутренней структуры во внешнем решении объема здания. В сложившихся условиях возможны два пути реализации типа городского особняка: первый – подчинение требованиям пространственной среды города и в связи с этим ограничение всефасадности зданий; второй – размещение особняков на периферии города. В Ростове-на-Дону преимущественно был выбран первый путь реализации.

Особняк А. Великановой, являющийся объектом культурного наследия регионального значения, располагается в системе застройки ул. Серафимовича Ростова-на-Дону. «Особенности функционального планировочного построения здания отражаются в свободном построении объема, отличающегося богатством пластики фасадов, разнообразием архитектурных деталей, соответствующих функциональному назначению помещений» [7, с. 183].

Здание – особняк А. Великановой – ориентировано главным фасадом на ул. Серафимовича. Согласно техническому паспорту объекта, изначально здание в плане представляло собой форму, приближенную к прямоугольнику (на рис. 3 обозначено как «А»), позднее к основному объему были добавлены пристройки (рис. 3, обозначены как «А1, а1, а2, а3, а5»). В результате изменений здание стало представлять собой более сложную конфигурацию в плане. Особняк имеет два наземных этажа и подвал. Конструктивные особенности здания: несущие стены выполнены из полнотелого керамического кирпича старого образца; перегородки в помещениях деревянные, междуэтажное перекрытие деревянное по деревянным балкам; крыша металлическая [9]. Архитектурно-художественные особенности особняка А. Великановой представлены пластикой его фасадов. Облик южного фасада сформирован боковым ризалитом, выступающим за основную линию фасада и идущим на всю высоту здания, выходящим на красную линию ул. Серафимовича.

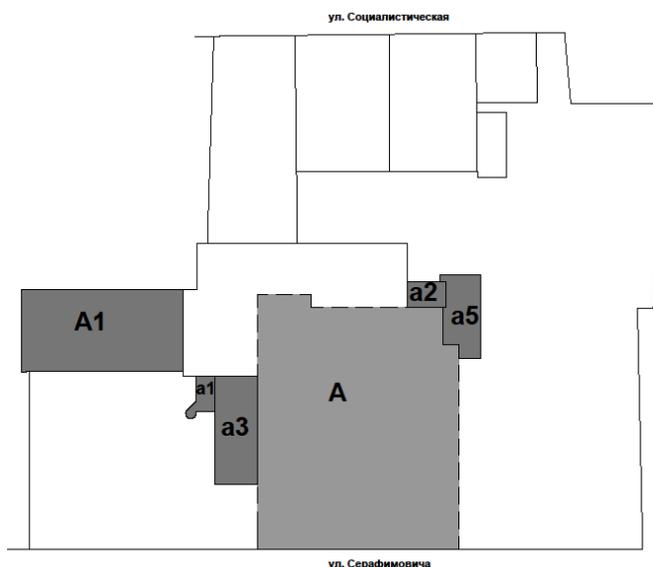


Рис. 3. Схема ситуационного плана в соответствии с кадастровым планом № 37221 от 02.02.2005 г. [8]

Пластику фасада обогащает раскреповка ризалита в виде небольшого выступа плоскости стены, которую завершает аттик, представляющий собой декоративную стенку с накладным треугольным фронтоном. Балконная плита, нависающая над первым этажом, является и перекрытием, и козырьком парадного входа. Главный вход расположен с улицы, заглублен в небольшой нише и акцентирован на фасаде двумя боковыми колоннами дорического ордера. Атик ризалита оформлен пальметтой – растительным орнаментом в виде веерообразного листа, угловыми акротериями и двумя боковыми декоративными вазонами. Парапет кровли декорирован сложным геометрическим орнаментом. На выступающей плоскости фасада фриз декорирован вазонами, щитами и барельефами с изображением грифонов, представляющих собой мифологических существ с туловищем льва и головой орла. Декоративная композиция в виде горизонтальной полосы или ленты, завершающей южный и западный фасады, оформлена высокими декоративными кронштейнами, мелкими рядами прямоугольных выступов, расположенных в виде орнамента, а также лепными украшениями в виде усеченных конусов, напоминающих капли – «капли-гутты» [10, с. 4] в нижней части кронштейнов. В простенках тройных окон 1-го и 2-го этажей расположены небольшие пилястры – вертикальный выступ стены, имеющий базу и капитель. В оформлении угловых пилястр раскреповки присутствуют декоративные вставки, включающие рельефы с лепными виноградными гроздьями, декоративными венками и двойными крылышками – атрибутами древнегреческого бога Гермеса. Простенки оконных проемов 2-го этажа оформлены пилястрами, стилизованными под дорический ордер. В простенках окон 1-го этажа располагаются пилястры, стилизованные в ионическом ордере. Ниши, располагающиеся под проемами 2-го этажа, заполнены двойными крестовидными вставками. Ниши над оконными проемами заполнены волнообразными рельефами в форме меандра. Цокольная часть здания имеет глубокую рустовку [10, с. 5–6]. Пластика фасада особняка не полностью, но соответствует стилистике модерна, где использование декоративных элементов подчеркивает конструктивные особенности здания. Здание особняка представляет собой утилитарно-конструктивную форму, соответствующую назначению здания, органическую целостность структурных соотношений между элементами. Объемно-планировочное решение здания представлено так, что предполагает возможность восприятия объекта с разных точек зрения.

Художественный облик западного фасада оформлен высоким фризом, пластика которого представлена декоративными кронштейнами с мелкими каннелюрами, горизонтальными тягами и ритмом мелких ордерных сухариков (ряд прямоугольных выступов, расположенных в виде орнамента на карнизе здания) (рис. 4). Тройное окно 2-го этажа оформлено небольшими простеночными пилястрами стилизованного дорического ордера, в оформлении окна 1-го этажа присутствует сандрик – декоративный архитектурный элемент, часто с фронтоном над окном, на декоративных кронштейнах. Архитектурно-художественный облик южного фасада западного крыла здания (рис. 5) оформлен вертикальными выступами стены, расположенными в простенках оконных проемов, неглубокими надоконными нишами, гладким фризом и профилированным карнизом 1-го этажа, простеночными лопатками аттикового этажа [10, с. 6].



Рис. 4. Особняк А. Великановой. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.



Рис. 5. Особняк А. Великановой. Западное крыло. Фото Ю.В. Петрусенко, 2018 г.

Постройкам конца XIX – начала XX в. присуща стилистика модерна. Модерн получил свое развитие в России в 1890–1910-е гг. Для решения внешнего облика зданий присуще использование архитектурных декоративных элементов, подчеркивающих конструктивные особенности здания. При формировании пластики фасада для модерна характерны обрамление проемов, ритмическая закономерность и форма оконных проемов на фасаде, переплет, оформление балконов и лестниц, формирование общего силуэта здания. Подчинение фасадов основным композиционным приемам, таким как асимметрия, ритмичность, динамичность, живописность [11]. Декору в стиле модерн присущи упрощенные, стилизованные формы орнамента растительного происхождения, располагающегося на гладкой поверхности стены и образующего своего рода декоративные вставки. Автор, создавая форму, тот или иной объем здания, внешним видом стремится показать внутреннее строение и функциональное назначение помещений. Расположение оконных и дверных проемов является главным акцентом на фасадах зданий, подчиняющихся основным композиционным приемам.

Результаты исследования

В результате исследования особняка А. Великановой были выявлены архитектурно-художественные и конструктивные особенности. Можно сделать вывод, что в данном объекте отражены не все принципы, характерные для особняков эпохи модерна. Полное соответствие принципам проектирования особняков эпохи модерна на Юге России встречается достаточно редко, но отдельные черты объемно-пространственного решения, композиции фасадов и декоративного убранства зданий, характерные для стилистики модерна, нашли свое распространение в особняках Ростова-на-Дону на примере особняка А. Великановой, оказавших большое влияние на архитектурно-строительную практику города конца XIX – начала XX в.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Есаулов Г.В. Архитектура Юга России: от истории к современности. Очерк. М. : Архитектура-С, 2016. 568 с.
2. Николаева Т.И. Виктор Шретер. Иероним Китнер. СПб. : Изд. дом «Коло», 2007. 400 с.

3. *Борисова Е.А., Стернин Г.Ю.* Русский модерн : альбом. М. : Советский художник, 1990. 360 с.
4. *Кириченко Е.И.* Русская архитектура 1830–1910-х годов. 2-е изд., испр. и доп. М. : Искусство, 1982. 400 с.
5. *Есаулов Г.В., Черницына В.А.* Архитектурная летопись Ростова-на-Дону. 2-е изд. Ростов-н/Д : ОАО «Малыш», 2002. С. 304.
6. *Кириков Б.М.* Архитектура петербургского модерна. Особняки и доходные дома. 4-е изд. с изм. СПб. : Коло, 2012. 576 с.
7. *Иванова-Ильичева А.М.* Рационалистические тенденции в архитектуре городов Нижнего Дона и Приазовья второй половины XIX – начала XX вв.: На примере Таганрога, Ростова-на-Дону и Нахичевани-на-Дону, Новочеркасска. М., 2000.
8. *Есаулов Г.В., Иванова-Ильичева А.М., Исаенко Н.Г.* Основные этапы архитектурно-градостроительного развития Ростова-на-Дону в 1750–1910 годах // Известия Ростовского государственного строительного университета. 1998. № 2. С. 13–19.
9. *Технический паспорт* на здание Художественное училище им. М.Б. Грекова, литер А.06.06.2008.
10. *Охранное обязательство собственника* или иного законного владельца объекта культурного наследия «Особняк А. Великановой и П. Козловой, арх. Н.М. Соколов, Н.А. Дорошенко, кон. XIX в.» от 27.07.2017г. № 23/01-01/36.
11. *Иванова-Ильичева А.М., Орехов Н.В., Баева О.В.* Особняки в архитектуре Ростова и Нахичевани-на-Дону 1890–1910 годов: композиционно-стилистические особенности. Тамбов : Грамота, 2017. № 2 (76). С. 109–111.

REFERENCES

1. *Esaulov G. V.* Arkhitektura Yuga Rossii: ot istorii k sovremennosti [Architecture of the South of Russia: from history to the present]. Moscow: Arkhitektura-S, 2016. 568 p. (rus)
2. *Nikolaeva T.I.* Viktor Shreter. Ieronim Kitner [Viktor Schröter. Jerome Kitner]. St.-Petersburg: Kolo, 2007. 400 p. (rus)
3. *Borisova E.A., Sternin G.Yu.* Russkii modern [Russian modern]. Moscow: Sovetskii khudozhnik, 1990. 360 p (rus)
4. *Kirichenko E.I.* Russkaya arkhitektura 1830–1910-kh godov [Russian architecture in 1830–1910]. 2nd ed., Moscow: Iskusstvo, 1982. 400 p. (rus)
5. *Esaulov, G.V., Chernitsyn V.A.* Arkhitekturnaya letopis' Rostova-na-Donu [Architectural chronicle of Rostov-on-Don]. 2nd ed. Rostov-on-Don: Malysh, 2002. 304 p. (rus)
6. *Kirikov B.M.* Arkhitektura peterburgskogo moderna. Osobnyaki i dokhodnye doma [Architecture of St.-Petersburg art Nouveau. Mansions and apartment houses], 4th ed., St.-Petersburg: Kolo, 2012. 576 p. (rus)
7. *Ivanova-Ilyicheva A.M.* Ratsionalisticheskie tendentsii v arkhitekture gorodov Nizhnego Dona i Priazov'ya vtoroi poloviny XIX – nachala XX v.: Na primere Taganroga, Rostova-na-Donu i Nakhichevani-na-Donu, Novocherkasska [Rationalist trends in urban architecture in the Lower Don and the Azov region in the 19–20th centuries: on the example of Taganrog, Rostov-on-Don and Nakhichevan-on-Don, Novocherkassk]. Moscow, 2000. (rus)
8. *Yesaulov G.V., Ivanova-Ilyicheva A.M., Isaenko N.G.* Osnovnye etapy arkhitekturno-gradostroitel'nogo razvitiya Rostova-na-Donu v 1750–1910 godakh [The main stages of architectural and town-planning development in Rostov-on-Don in 1750–1910]. *Izvestiya Rostovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta*. 1998. No. 2. Pp. 13–19. (rus)
9. *Tekhnicheskii passport na zdanie Khudozhestvennogo uchilishcha im. M.B. Grekova* [Technical passport for the building of Grekov Art School]. Letter A. 06.06.2008.(rus)
10. *Okhrannoe obyazatel'stvo sobstvennika ili inogo zakonnogo vladel'tsa ob"ekta kul'turnogo naslediya «Osobnyak A. Velikanovoi i P. Kozlovoi, arkh. N.M. Sokolov, N.A. Doroshenko, kon. XIX v. ot 27.07.2017 g. N 23/01-01/36* [Security obligation of legal owner of the cultural heritage Kozlov, Sokolov and Doroshenko House]. 2017. No. 23/01-01/36. (rus)
11. *Ivanova-Ilyicheva A.M., Orekhov N.V., Baeva O.V.* Osobnyaki v arkhitekture Rostova i Nakhichevani-na-Donu 1890–1910 godov: kompozitsionno-stilisticheskie osobennosti [Mansions in

architecture of Rostov and Nakhichevan-on-Don in 1890-1910: compositional and stylistic features]. Tambov: Gramota, 2017. No. 2 (76). Pp. 109–111. (rus)

Сведения об авторе

Петрусенко Юлия Викторовна аспирант, Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42, miss.smiyukha21@yandex.ru

Author Details

Yuliya V. Petrusenko, Research Assistant, The Academy of Architecture and Arts, Southern Federal University, 39, Budennovskii Ave., 344082, Rostov-on-Don, Russia, miss.smiyukha21@yandex.ru

УДК 311.218::711.522/.523

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-47-66

*Р.С. ЖУКОВСКИЙ,
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова*

ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНФИГУРАЦИИ СИСТЕМЫ ЦЕНТРОВ БАРНАУЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

В статье представлен процесс и результаты первичного исследования пространственной конфигурации системы центра Барнаульской агломерации.

Задействована комплексная методика с использованием социологического опроса методом анкетирования, квалиметрической и графоаналитической интерпретации полученных данных. Опрошено 283 респондента в 11 жилых районах Барнаульской агломерации, установленных по крупнейшим объектам социального притяжения. По среднему времени досягаемости тех или иных функциональных групп города, а также по стремлению респондентов к смене места жительства и/или работы установлена «центральность» (степень подobia центру города) разграничиваемых районов.

Установлено, что система центра Барнаульской агломерации сохраняет двухъядерный характер (исторический центр – центр города-спутника Новоалтайска), обладает выраженной поляризацией: значительно снижается «центральность» новых районов у Аэропорта и левобережных пригородов, в западном направлении. При этом ряд территорий (район пересечения Павловского тракта и ул. Малахова, район Нового рынка) выделяются среди западных районов достаточно высоким квалиметрически оцениваемым уровнем «центральности».

Доказана решающая роль исторического центра г. Барнаула в формировании глобального центростремительного тренда по признаку социальной притягательности городских функций.

Показана необходимость приоритетного развития субцентральных функциональных групп в районах транспортно-пересадочных узлов на западном направлении Павловского тракта, что может привести к формированию более равномерной поляризации территории агломерации с точки зрения пространственной конфигурации системы центра, которая должна в этом случае принять трёхъядерную полицентрическую форму вида «Новоалтайск – Исторический центр – Аэропорт».

Результаты исследования могут быть учтены при коррекции генерального плана Барнаула, а также при разработке проектов планировки общественно-деловых территорий в западном планировочном районе города.

Ключевые слова: Барнаул; агломерация; система центра города; центр города; субцентр города; полицентризм; социологический опрос; квалиметрия.

Для цитирования: Жуковский Р.С. Первичный анализ пространственной конфигурации системы центров Барнаульской агломерации // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 47–66.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-47-66

R.S. ZHUKOVSKY,
Polzunov Altai State Technical University

PRIMARY ANALYSIS OF SPATIAL CONFIGURATION OF THE CENTERS SYSTEM IN BARNAUL

The article presents the process and results of the primary survey of spatial configuration of urban centers in Barnaul. A complex methodology includes the sociological survey based on questionnaires and qualimetric and graph-analytic interpretation of the data obtained. 283 respondents are interviewed in 11 residential districts of Barnaul which include the largest objects of social attraction. According to the average time of reaching the certain functional groups the respondents' desire to change their place of residence and / or employment, the degree of similarity to the downtown is identified.

It is shown that the centers system in Barnaul has the double nature: the downtown, including the historical district, and the sub-downtown of Novoaltaisk satellite town. The modern spatial configuration is polarized: centrality of the newly built districts near the Airport as well as of the left-bank suburbs is significantly lower in comparison with the rest area and reduces westwards. At the same time, a number of territories (districts near the hubs of Pavlovskii Trakt and Malakhova str., the Novyi Rynok (New Marketplace)) are distinguished among the western districts as having rather a high qualimetrically estimated level of centrality.

Based on the social attractiveness of urban functions, the decisive role of the historical center of Barnaul is shown for the development of the global centripetal trend.

It is shown that the priority development the functional groups of sub-downtown occurs westwards to highway hubs of the Pavlovskii Trakt. This can provide the formation of more even polarization of the spatial configuration of centres in Barnaul. The urban centers system should include three cores: Novoaltaisk sub-downtown – Historical Center (downtown of Barnaul) – airport sub-downtown.

The research results may be useful either for the correction of Barnaul City Master Plan or the development of downtown employment districts in the western region of Barnaul.

Keywords: Barnaul; agglomeration; centers system; downtown; sub-downtown; polycentrism; sociological questionnaire; qualimetry.

For citation: Zhukovsky R.S. Pervichnyi analiz prostranstvennoi konfiguratsii sistemy tsentrov Barnaul'skoi aglomeratsii [Primary analysis of spatial configuration of the centers system in Barnaul]. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 47–66.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-47-66

Введение

Проблема и тема исследования. В системе центра крупного города или агломерации [1, с. 34] может формироваться более одного элемента в связи со сложившейся смещённостью главного элемента системы (исторического центра) относительно геометрического центра основной урбанизированной территории города / агломерации [2, с. 178–183]. По выражению Л.В. Гайковой, «...полицентризм для современного города – это возможность сблансированного развития за счёт появления новых точек роста и центров притяжения» [3, с. 79], что свидетельствует о допустимости и актуальности такого варианта развития систем центров крупных городов и агломераций.

С такой особенностью сформировалась в последние годы столица Алтайского края – г. Барнаул [4]. Численность населения Барнаула составляет 0,7 млн чел., Барнаульской агломерации – 0,83 млн чел. на 2018 г. [5].

В центре и прицентральном районе¹ проживает около 200 тыс. чел., в городе-спутнике Новоалтайске и пригородах на правом берегу Оби – около 100 тыс. чел., в крупном планировочном районе² к западу от главной железной дороги – около 500 тыс. чел. При этом с 2000-х гг. наблюдается активное формирование общественно-деловых функций в качестве потенциального городского субцентра (или общественно-делового субцентра) [6] по ул. Малахова – Павловскому тракту в западном планировочном районе [7], нескольких локальных обслуживающих центров в этом же районе.

Сложившаяся конфигурация города заставляет задуматься о возможностях формирования Барнаульской агломерации в качестве полицентрической в будущем, что составляет проблемное поле настоящего исследования.

В связи с процессом пересмотра существующего генерального плана города представляется актуальным проведение научных исследований с целью детального анализа городских территорий с точки зрения их потенциала к принятию тех или иных функциональных групп³, характерных для центра города, т. е. с целью выявления вероятных субцентров. Этой теме посвящена настоящая статья.

Цель исследования – выявить, в первом приближении, современную пространственную конфигурацию системы центра г. Барнаула, в какой степени она складывается как полицентрическая (функционально поляризованная по нескольким центрам) или как децентрализованная (без крупных полюсов вне главного центра города).

Рабочая гипотеза. Оптимальными пространственными конфигурациями системы центра принимаются лежащие в диапазоне между следующими вариациями⁴:

1) с умеренно выраженной функциональной поляризацией, т. е. с явным выявлением городского центра и субцентров и небольших районов жилой и парковой периферии;

2) со слабо выраженной функциональной поляризацией, с относительно равномерным распределением всех функциональных групп вне основной их концентрации в главном городском центре.

Методика исследования основана на известных социологических и графоаналитических методах в градостроительных исследованиях [2, 8] и включает три этапа:

1) проведение «пилотного» социологического опроса методом анкетирования;

2) квалиметрическая интерпретация полученных статистических результатов;

¹ Часть Центрального и Железнодорожный административные районы.

² Октябрьский, Ленинский и Индустриальный административные районы, пригороды на левом берегу Оби.

³ Здесь и далее понимается характерное для городских центров пространственное смещение большинства или всех основных функциональных групп, выделяемых в соответствии с Афинской хартией 1933 года – «Жилище», «Работа» (без крупной промышленности), «Обслуживание», «Рекреация», «Транспорт».

⁴ Понятия аналогичны использовавшимся в похожем по структуре исследовании г. Мехико мексиканских урбанистов В.С. Трухийо и И. Муньиса [9].

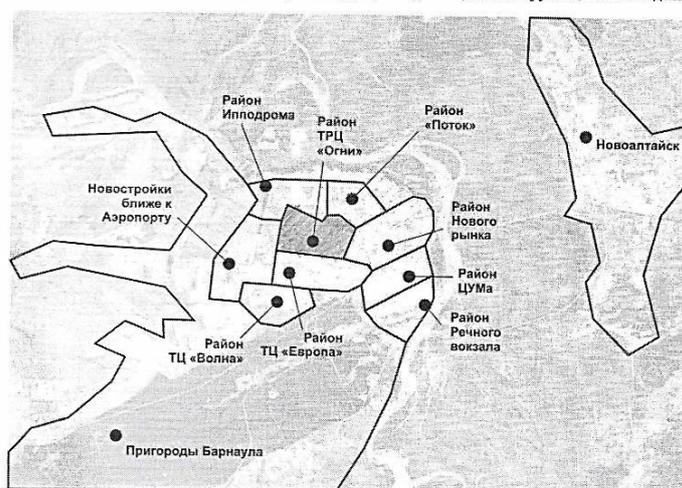
3) графическая интерпретация квалитетических матриц с использованием гистограмм и картограмм.

Проведение исследования

На первом этапе были составлены анонимные анкеты для респондентов, распространяемые в том числе с использованием сетевых технологий⁵. За отчётное время (учебный семестр магистрантов и студентов) опрошено 283 чел. (целевой уровень составлял 300 чел.), 97 % из которых – лица в возрасте от 17 до 65 лет, 35 % – работники непромышленного сектора экономики, 52 % – учащиеся (итого 87 % – потенциально наиболее вероятный повседневный контингент городских центров).

При проведении опроса респондентам было предложено указать район своего постоянного места жительства, в том числе по одному из крупнейших городских ориентиров: ЦУМ, Новый рынок, речной вокзал – в центральном планировочном районе, торгово-развлекательные центры (далее – ТРЦ) «Европа», «Огни», «Волна», городской ипподром, аэропорт – в западном планировочном районе. Были указаны также район Поток, левобережные пригороды Барнаула и город Новоалтайск. Районы формировались вокруг перечисленных ориентиров-центров и разграничивались по признаку примерно равной численности населения в 60–70 тыс. чел. На рис. 1 изображена обратная сторона анкеты.

4. Район, где Вы живёте, по ориентире? (обведите нужный кружок, только один!)



Искренне благодарим за участие!

Жуковский Р.С., старший преподаватель кафедры теории и истории архитектуры АлтГТУ
Нетесов А.О., архитектор, магистрант АлтГТУ
Столярова Д.Д., архитектор, магистрант АлтГТУ

2018 год

Рис. 1. Обратная сторона анкеты, предложенной респондентам в ходе исследования

Основной целью опроса стало выявление среднего ежедневного времени, проводимого респондентами в путешествии до различных функциональных

⁵ Google™ Forms. URL: <https://goo.gl/forms/Но6ixuGB1VjuCV0b2> (дата обращения: 06.01.2019).

групп города. По умолчанию принято, что путь начинается из жилища респондентов (без учёта попутного обслуживания). Для проведения опроса была составлена следующая таблица, представленная на главной стороне анкеты (рис. 2). Следовало проставить отметки на пересечении полей «функция» и «время».

УМЕНИШИМ ВРЕМЯ ПОЕЗДОК ПО ГОРОДУ БАРНАУЛУ!

Опрос Барнаульского Института архитектуры и дизайна (Политехнический университет).
 Опрос позволит выявить перспективные центры общественно-делового притяжения в Барнауле и перераспределить пешеходно-транспортные потоки для уменьшения транспортных заторов.
ПРОСИМ ЗАПОЛНИТЬ АНКЕТУ!

1. Сколько времени ежедневно Вы тратите до... (поставьте галочки, где нужно!)

	Пешком До 5-7 минут	Пешком До 20 минут	Пешком 20 минут и более	На транспорте до 20 минут	На транспорте до 40 минут	На транспорте 40 минут и более
Работы и/или учёбы					✓	
Налоговая, гор. администрация и т.п		✓				
Торговли и обслуживания, кафе, столовой и др.	✓					
Мест отдыха и развлечений, парков		✓				
Вокзалы Ж/Д и автобусный, аэропорт					✓	

2. Ваш возраст? (поставьте одну галочку!)

До 18 лет	18-25 лет	25-45 лет	45-65 лет	Более 65 лет
			✓	

3. Ваша деятельность? (поставьте одну галочку!)

Работник (управление, администрация, образование, сервис, непромышленный бизнес)	Работник (промышленность и транспорт)	Студент (ученик)	Домашняя работа, семья	Пенсионер
✓				

Рис. 2. Лицевая сторона анкеты, предложенной респондентам в ходе исследования

Столбец «функции» включал пункты «работа и/или учёба», «налоговая служба, городская администрация», «торговля и обслуживание, предприятия общественного питания», «места отдыха и развлечений, парки», «железнодорожный и автовокзал, аэропорт» в соответствии с принятым в исследовании разграничением на функциональные группы.

Строка «время» включала:

- «пешком до 5–7 минут» (комфортная пешеходная прогулка в случае дефицита времени, в будние дни);
- «пешком до 20 минут» (предельная комфортная будничная прогулка, оптимальная при отсутствии ограничений по времени, в выходные дни и на отдыхе);
- «пешком 20 минут и более» (вынужденная, дискомфортная будничная прогулка, оптимальная для отдельных категорий граждан в выходные дни);
- «транспорт до 20 минут» (комфортная, приемлемая по времени поездка между удалёнными районами города);
- «транспорт до 40 минут» (предельная нормируемая по времени поездка по крупному городу, малокомфортная);
- «транспорт 40 минут и более» (вынужденная, дискомфортная по времени поездка по крупному городу).

Время измерялось без учёта расстояния, проходимого за него (в условиях разных физиологических возможностей людей при пешей прогулке или в условиях разной транспортной ситуации при поездках).

Также в ходе сетевого опроса (212 респондентов из 283) был задан вопрос об отношении к месту работы и месту жительства с вариантами ответов: «хочу сменить и место работы, и место жительства», «...только место жительства», «...только место работы», «устраивает и место работы, и место жительства».

На втором этапе были проанализированы полученные анкетные данные. Результаты показали относительную однородность с точки зрения целей исследования, контингента опрашиваемых. Выявлена диспропорция в количестве полученных ответов относительно численности населения районов проживания респондентов: относительно больше ответов пришло из центрального планировочного района города (45 %), тогда как в нём проживает только 25 % населения Барнаульской агломерации. Диспропорции в количестве полученных ответов были устранены в дальнейшем, в ходе квалитетрической интерпретации результатов.

Степень «центральности» каждого из одиннадцати районов определялась комплексной квалитетрической оценкой, определяемой следующим образом.

I. В исследовании принято, что пешеходное перемещение характерно для обитателей полифункциональных центральных территорий города в большей степени, чем транспортное, характерное, скорее, вынужденно для жителей периферийных жилых монофункциональных территорий [10, с. 87]. Противопоставление «центра» (источников центростремительных потоков горожан) и «периферии» (источников центробежных потоков горожан) отражено в принятии полярной системы квалитетрических оценок с выделением отрицательных баллов для периферии и положительных для центров. Модуль балла определялся степенью (дис-)комфортности перемещения по времени (табл. 1).

Таблица 1

**Квалитетрическая оценка способа перемещения
с точки зрения его характерности для городских центров**

Критерий способа перемещения	Квалитетрический балл оценки вклада в «центральность» района
Пешком до 5–7 минут	+4
Пешком до 20 минут	+2
Пешком 20 минут и более	+1
Транспорт до 20 минут	–1
Транспорт до 40 минут	–2
Транспорт 40 минут и более	–4

Баллы «–4» и «+4» выбраны для усиления показателей ярко выраженных «центров» и «антицентров» (периферийных районов).

II. В исследовании принято квалитетрическое ранжирование функциональных групп по степени их характерности именно для городских центров (в том числе в соответствии с известной ступенчатой классификацией обу-

живания населения). Чем ниже балл, тем более распространённой считается функция по городским районам, помимо центров (табл. 2). Отметим, что функция «транспорт» была исключена из расчётов ввиду некорректности постановки в одном пункте и вокзалов, и аэропорта г. Барнаула, не формирующих единый транспортно-пересадочный узел.

Таблица 2

Квалиметрическая оценка распространённости городских функциональных групп вне системы центра

Функциональная группа	Квалиметрический балл оценки вклада в «центральность» района
Администрация города, налоговая служба и т. п.	+4
Работа (вне крупной промышленности) и/или учёба	+3
Развлечения, парки	+2
Торговля, бытовое обслуживание	+1

III. В исследовании принята следующая квалиметрическая трактовка ответов на вопрос о стремлении изменить работу и жилище (табл. 3). Постановка вопроса не предполагала выявление субъективных причин такого стремления. В целях исследования условно в качестве причины по умолчанию принято стремление к изменениям именно в связи с доступностью основных функциональных групп города.

Таблица 3

Квалиметрическая оценка стремления к изменению личного пространства относительно предполагаемой конфигурации системы городского центра

Ответ	Интерпретация	Квалиметрический балл оценки вклада в «центральность» района
Сменить и место жительства, и место работы	Район периферийный, удалён от большинства центральных функциональных групп, высокая степень личного пространственного дискомфорта, издержки для изменения status quo очень высоки	-4
Сменить место жительства	Район периферийный, удалён от многих центральных функциональных групп (вероятно, исключая места обслуживания и развлечений), умеренная степень личного пространственного дискомфорта, издержки для изменения status quo очень высоки, стремление переехать в центр выше, чем оставаться в районе с приемлемым уровнем развития обслуживания	-2

Окончание табл. 3

Ответ	Интерпретация	Квалиметрический балл оценки вклада в «центральность» района
Сменить место работы	Район прицентральный, вероятно, есть потребность в появлении рабочих мест в районе проживания, безразличная ситуация по личному пространственному комфорту, издержки для изменения ситуации умеренны или от субъекта не зависят (ситуация ожидания появления рабочих мест), стремление оставаться проживать в текущем районе выше, чем стремление переехать в связи с более перспективной работой	+2
Не менять ничего	Район центральный, высокая степень личного пространственного комфорта, высокая доступность обслуживания и места приложения труда	+4

Баллы по модулю (значимости) предварительно были приняты как сопоставимые с баллами, присваиваемыми за повседневные способы перемещения к городским функциональным группам (см. табл. 1). Потенциально по этому критерию могли присваиваться более значимые баллы, однако для этого была необходима более однозначная идентификация причин стремления к изменениям в личном пространстве респондентов, что было недостижимо на данном этапе проведения исследования.

IV. «Центральность» района определялась как сумма ответов респондентов по формуле

$$Ц = \sum_1^i \sum_1^k (\Pi_k \Phi_k)_i + C_i, \quad (1)$$

где Ц – «степень центральности» района; Π – повседневный режим перемещения i -го респондента данного района до k -й функциональной группы; Φ – «характерность» для городского центра k -й функциональной группы; C – стремление i -го респондента данного района к изменениям личного пространства относительно предполагаемой конфигурации системы центра города. Все величины измеряются в целочисленных квалиметрических баллах.

V. Для различных районов были получены следующие квалиметрические таблицы (табл. 4). Диспропорциональное количество ответов и, соответственно, баллов нормировалось по числу ответов, полученных из Новоалтайска (10). Таким образом, максимально было уменьшено количество баллов для района ЦУМа (в 6,4 раза); в среднем по остальным районам баллы были уменьшены в 2,3 раза.

Среднее значение «центральности» по всем районам составило $-25,4$. Если предположить, что равновесное состояние $\sum Ц = 0$, то результат может свидетельствовать о недостаточной мощности или распространённости центральных территорий в г. Барнауле.

Таблица 4

**Квалиметрическая таблица комплексной оценки «центральности»
11 районов г. Барнаула по формуле (1)**

Район города (агломерации)	Ра- бота	Адм.	Торг.	Рек.	Сменить	Сумма функ.	Сумма стрем- лений	Сумма квалим. баллов	
Новоалтайск									
Пеш. до 05	1	1	8	2	Не менять	4	76	96	172,0
Пеш. до 20	1	4	1	3	Работа	1	52	12	64,0
Пеш. 20+	0	0	0	3	Жилище	4	6	-48	-42,0
Тр. до 20	0	3	1	2	И то, и то	1	-17	-24	-41,0
Тр. до 40	3	1	0	0			-26		-26,0
Тр. 40+	5	1	0	0			-76		-76,0
								Сумма	51,0
Проверка по категориям	-60	12	33	30		36		Сумма	51,0
Новостройки ближе к аэропорту									
Пеш. до 05	0	2	1	0	Не менять	3	30	60	90,0
Пеш. до 20	0	1	7	3	Работа	6	28	60	88,3
Пеш. 20+	0	1	1	2	Жилище	2	8	-20	-12,5
Тр. до 20	3	2	2	2	И то, и то	2	-19	-40	-59,2
Тр. до 40	4	2	1	4			-48		-48,3
Тр. 40+	5	4	0	1			-110		-110,0
								Сумма	-51,7
Проверка по категориям	-93	-44	15	-12		72		Сумма	-51,7
Пригороды Барнаула (Южный, Научный городок и др.)									
Пеш. до 05	1	1	5	2	Не менять	6	38	85	122,4
Пеш. до 20	0	0	0	0	Работа	4	0	28	28,2
Пеш. 20+	0	0	0	0	Жилище	3	0	-21	-21,2
Тр. до 20	2	1	3	4	И то, и то	3	-12	-42	-54,7
Тр. до 40	4	5	8	6			-61		-61,2
Тр. 40+	10	10	1	5			-191		-190,6
								Сумма	-177,1
Проверка по категориям	-138	-188	-3	-56		84		Сумма	-177,1
Район Поток									
Пеш. до 05	0	0	6	1	Не менять	6	18	80	97,8
Пеш. до 20	3	1	4	4	Работа	5	28	33	61,1
Пеш. 20+	0	1	2	2	Жилище	2	6	-13	-7,8
Тр. до 20	3	3	4	5	И то, и то	3	-19	-40	-59,4
Тр. до 40	9	10	2	4			-86		-85,6

Продолжение табл. 4

Район города (агломерации)	Работа	Адм.	Торг.	Рек.	Сменить		Сумма функ.	Сумма стремлений	Сумма квалим. баллов
Тр. 40+	3	3	0	2			-56		-55,6
								Сумма	-49,4
Проверка по категориям	-81	-128	26	-14		108		Сумма	-49,4
Район ипподрома									
Пеш. до 20	2	4	3	9	Работа	4	51	28	78,8
Пеш. 20+	1	1	2	2	Жилище	6	8	-42	-34,7
Тр. до 20	1	1	2	3	И то, и то	3	-9	-42	-51,2
Тр. до 40	4	2	1	1			-27		-27,1
Тр. 40+	8	9	2	2			-155		-155,3
								Сумма	-123,5
Проверка по категориям	-96	-128	24	14		-24		Сумма	-123,5
Район ТРЦ «Огни»									
Пеш. до 05	1	2	7	10	Не менять	9	42	60	102,2
Пеш. до 20	1	2	17	10	Работа	5	27	17	43,3
Пеш. 20+	1	4	7	6	Жилище	10	11	-33	-22,8
Тр. до 20	8	10	2	5	И то, и то	4	-21	-27	-47,8
Тр. до 40	17	10	2	5			-57		-57,2
Тр. 40+	8	8	1	0			-63		-63,3
								Сумма	-45,6
Проверка по категориям	-201	-184	59	102		60		Сумма	-45,6
Район ТЦ «Волна»									
Пеш. до 05	1	0	6	2	Не менять	1	37	17	54,3
Пеш. до 20	1	2	7	0	Работа	4	26	34	60,0
Пеш. 20+	0	0	0	2	Жилище	3	3	-26	-22,9
Тр. до 20	3	1	0	5	И то, и то	3	-16	-51	-67,9
Тр. до 40	2	5	1	5			-53		-52,9
Тр. 40+	7	6	0	0			-129		-128,6
								Сумма	-157,9
Проверка по категориям	-87	-124	36	-10		-36		Сумма	-157,9
Район ТЦ «Европа»									
Пеш. до 05	4	5	14	6	Не менять	10	75	77	152,3
Пеш. до 20	0	2	4	6	Работа	4	15	15	31,0
Пеш. 20+	0	0	3	6	Жилище	8	5	-31	-26,1
Тр. до 20	4	5	8	8	И то, и то	3	-18	-23	-41,3
Тр. до 40	9	11	2	3			-51		-51,0

Окончание табл. 4

Район города (агломерации)	Работа	Адм.	Торг.	Рек.	Сменить		Сумма функ.	Сумма стремлений	Сумма квалим. баллов
Тр. 40+	14	8	0	2			-101		-100,6
								Сумма	-35,8
Проверка по категориям	-186	-140	55	40		120		Сумма	-35,8
Центр, в районе Нового рынка									
Пеш. до 05	0	1	12	1	Не менять	12	19	78	97,3
Пеш. до 20	5	5	12	11	Работа	11	37	36	73,0
Пеш. 20+	7	6	1	3	Жилище	9	14	-29	-15,1
Тр. до 20	15	18	11	14	И то, и то	10	-42	-65	-107,0
Тр. до 40	7	6	1	7			-32		-32,4
Тр. 40+	3	1	0	1			-16		-16,2
								Сумма	-0,5
Проверка по категориям	-72	-56	60	-6		72		Сумма	-0,5
Центр, в районе речного вокзала									
Пеш. до 05	5	2	10	1	Не менять	8	52	71	123,0
Пеш. до 20	9	10	6	4	Работа	4	60	18	77,8
Пеш. 20+	3	4	2	7	Жилище	4	15	-18	-2,6
Тр. до 20	4	10	6	10	И то, и то	3	-29	-27	-55,6
Тр. до 40	5	0	2	2			-16		-15,6
Тр. 40+	1	1	1	3			-21		-20,7
								Сумма	106,3
Проверка по категориям	69	72	40	-14		120		Сумма	106,3
Центр, в районе ЦУМа									
Пеш. до 05	16	4	27	8	Не менять	27	67	101	168,1
Пеш. до 20	28	36	27	18	Работа	9	91	17	107,8
Пеш. 20+	9	13	3	14	Жилище	15	17	-28	-10,9
Тр. до 20	6	9	3	13	И то, и то	8	-13	-30	-43,0
Тр. до 40	4	2	2	10			-13		-13,1
Тр. 40+	1	0	2	1			-4		-4,4
								Сумма	204,5
Проверка по категориям	333	352	150	90		384		Сумма	204,5
Среднее значение по районам									
									-25,4

На третьем этапе были сформированы графические материалы, отражающие результаты исследования по всем изученным районам Барнаула, а именно:

1) нормированные гистограммы процентного распределения способа и среднего времени перемещения респондентов, а также степени их стремления к изменению личного пространства относительно предполагаемой конфигурации системы центра города (рис. 3–7);

2) картограмма комплексной квалитметрической оценки степени «центральности» (рис. 8).

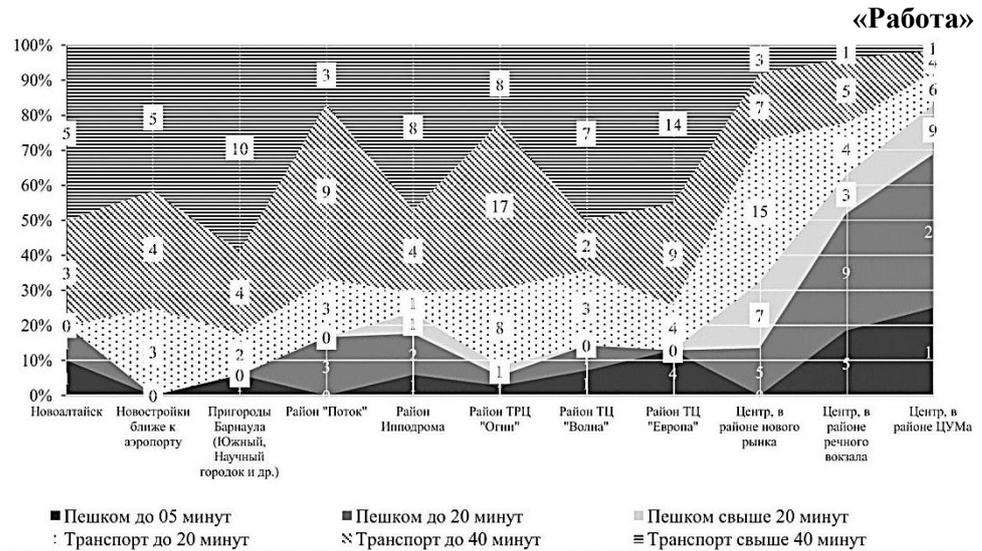


Рис. 3. Распределение ответов респондентов по районам (критерий достижимости функциональной группы «работа»)

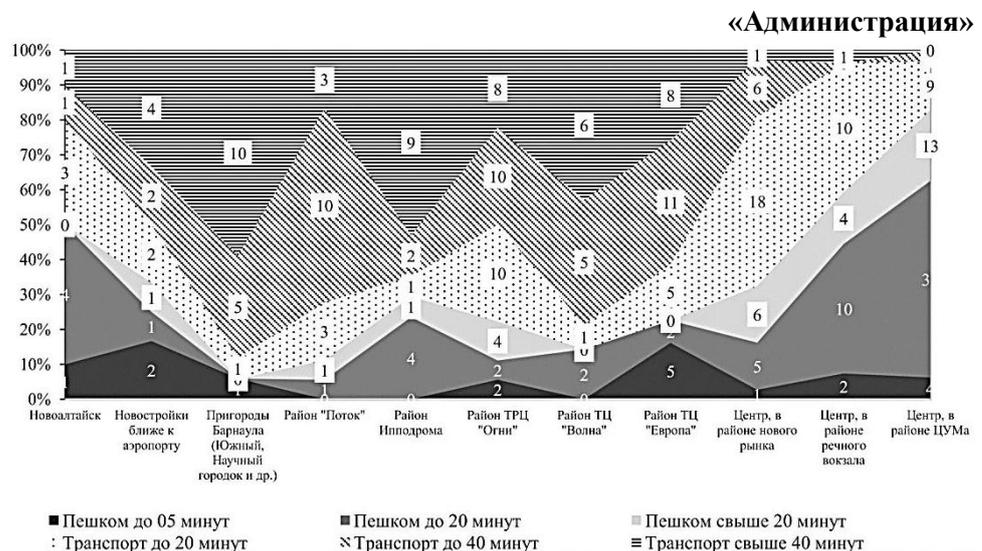


Рис. 4. Распределение ответов респондентов по районам (критерий достижимости функциональной группы «администрация»)

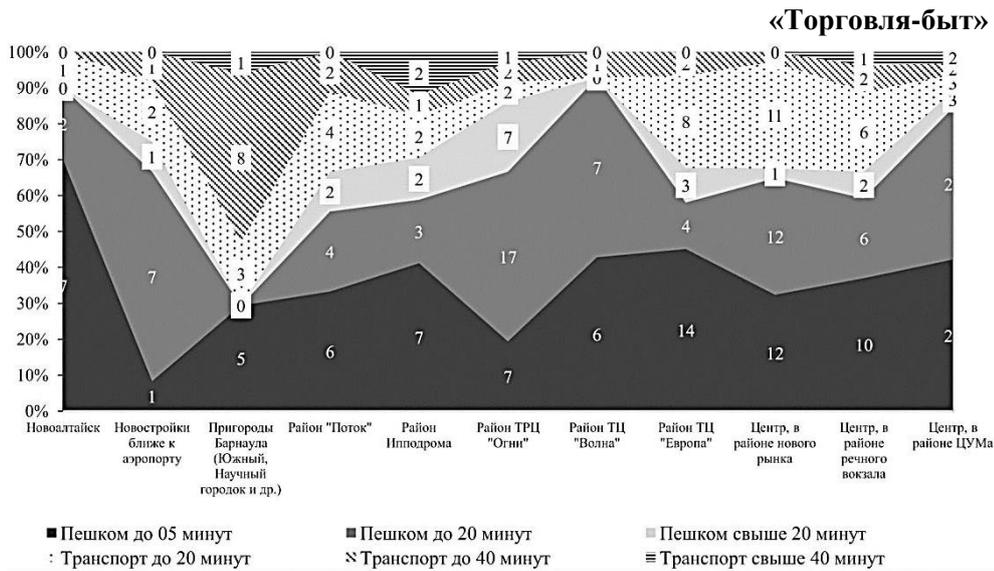


Рис. 5. Распределение ответов респондентов по районам (критерий достижимости функциональной группы «торговля и быт (обслуживание)»)

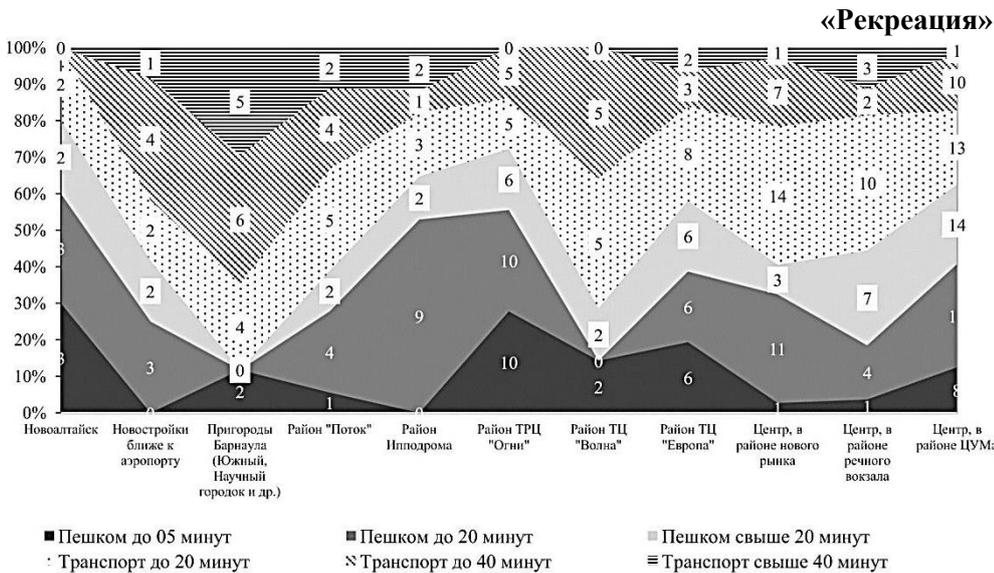


Рис. 6. Распределение ответов респондентов по районам (критерий достижимости функциональной группы «рекреация»)

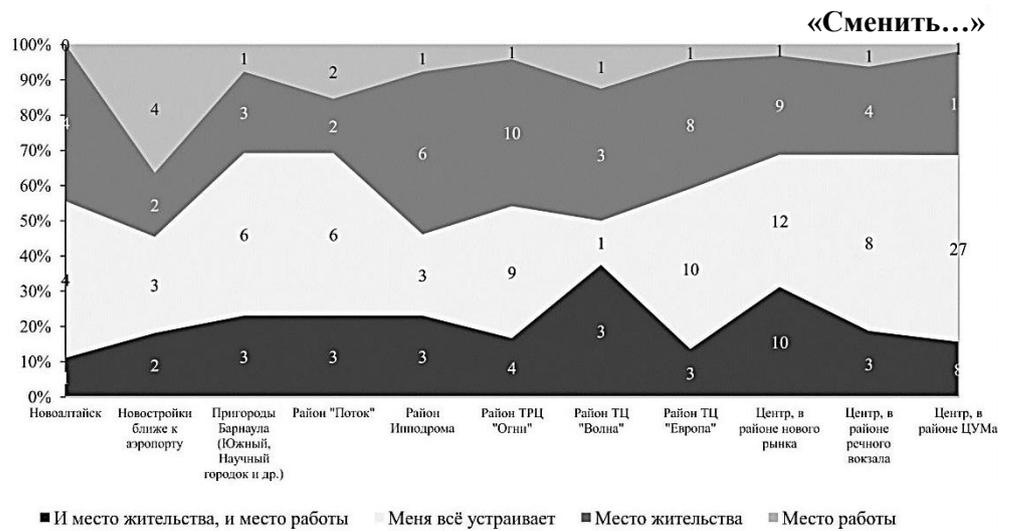
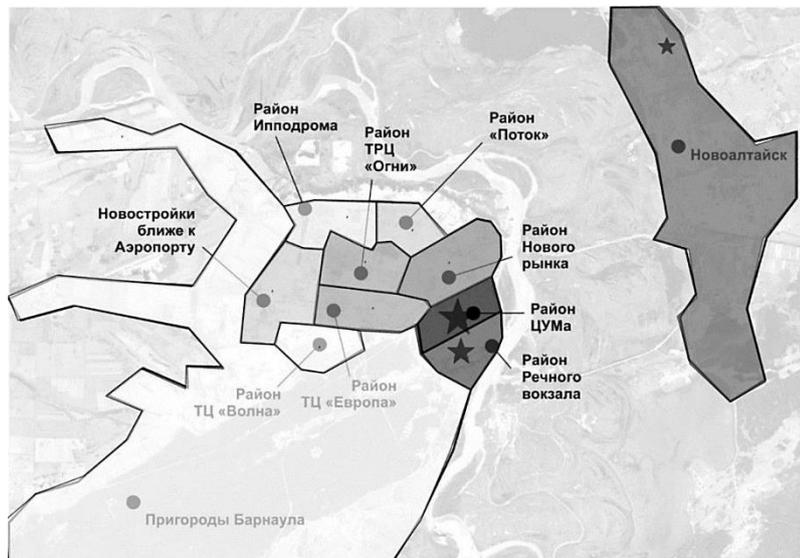


Рис. 7. Распределение ответов респондентов по районам (критерий стремления изменить место жительства и/или работы)



ID	Район	Площадь	Центральность
5	Район Ипподрома	1,56355	-123,529
3	Пригороды Барнаула (Южный, Нау)	41,3575	-177,059
4	Район "Поток"	1,11875	-49,4444
1	Новоалтайск	13,6173	51
2	Новостройки ближе к аэропорту	2,40285	-51,6667
6	Район ТРЦ "Огни"	1,66659	-45,5556
7	Район ТЦ "Волна"	1,35452	-157,857
8	Район ТЦ "Европа"	1,75106	-35,8065
9	Центр, в районе нового рынка	2,25994	-0,540541
10	Центр, в районе речного вокзал	1,32672	106,296
11	Центр, в районе ЦУМа	1,29345	204,531

"Центральность" района
Квалиметрическая оценка

166 до 205	(1)
80 до 123	(1)
37 до 80	(1)
-6 до 37	(1)
-49 до -6	(2)
-92 до -49	(2)
-135 до -92	(1)
-178 до -135	(2)

Рис. 8. Картограмма системы центра г. Барнаула по 11 его районам (север вверху)

Результаты исследования

Наиболее высокие показатели пешеходной доступности мест приложения труда («работа») или мест учёбы (главным образом, в вузе), а также «администрации» (городских, краевых, прочих бюджетных учреждений) с большим отрывом от других районов показали «центр в районе речного вокзала» и «центр в районе ЦУМа» (рис. 3). По функциональной группе «администрация» сопоставимо высокий показатель определился у Новоалтайска и района ипподрома.

Достаточно высокие показатели по «администрации» (на уровне периферии центра, Нового рынка) обнаружались у районов, расположенных вдоль Павловского тракта (район аэропорта (ТРЦ «Арена»), ТРЦ «Волна», ТРЦ «Европа», ТРЦ «Огни») (рис. 4). Последнее можно объяснить появлением в 2010-е гг. ряда административных и офисных объектов в районе ТРЦ «Европа» по ул. Взлётной и Балтийской.

Опрос подтвердил высокую обеспеченность Барнаула торговыми площадями (известно, что город занимал первое место по их числу на человека в Сибири в 2016 г. [11]). Наиболее высокая пешеходная доступность торговых центров наблюдается в районе ТРЦ «Волна», в районе ЦУМа (центр города) и в центре Новоалтайска. Наиболее низкие показатели по этой функциональной группе у новостроек в районе аэропорта (рис. 5).

Рекреационно-досуговые функции оказались наиболее доступными для жителей района ТРЦ «Огни», ипподрома, ТРЦ «Европа» и Новоалтайска, а также для центральных районов ЦУМа и Нового рынка. Наиболее низкие показатели по функциональной группе у новостроек в районе аэропорта и пригородов Барнаула, а также у ТРЦ «Волна» (рис. 6).

По результатам сведения ответов на вопрос о желании сменить место жительства и/или работы status quo удовлетворяет большую часть жителей района Поток и барнаульских пригородов, центральных районов города (см. светлые области гистограммы). Что-то менять по обозначенным вопросам (см. тёмные области гистограммы) больше всего стремятся в районе ТРЦ «Волна», ТРЦ «Огни» и ипподрома, на периферии центра в районе Нового рынка (рис. 7).

Квалиметрическое районирование демонстрирует нам выраженные ядра системы центра в районе ЦУМа (+204 балла), речного вокзала (+106 баллов) и Новоалтайска (+51 балл), выраженную периферию в районе ТРЦ «Волна» (-158 баллов) и барнаульских пригородов (-177 баллов), а также область умеренно выраженной центральности в районе Нового рынка (0 баллов), ТРЦ «Европа» (-36 баллов) и ТРЦ «Огни» (-46 баллов) (рис. 8).

Выводы

Согласно результатам проведенного исследования можно констатировать, что если считать городскими центрами районы с показателем центральности Ц более 0 баллов, то в Барнаульской агломерации остаётся по-прежнему два элемента системы центра. Это два городских центра в исторической части, с двумя ядрами в районе дореволюционной приобской и советской застройки, а также в Новоалтайске, где показатель центральности горо-

да-спутника Барнаула оказался неожиданно высоким. Однако, несмотря на то что до сих пор исследований подобного рода в Барнауле не проводилось⁶, авторам очевидно, что за период 2000–2010-х гг. значительно выросла «центральность» района Нового рынка, а также районов ТРЦ «Европа» и ТРЦ «Огни», что подтверждают полученные результаты. Три перечисленных района ещё нельзя считать содержащими элементы системы центра. Тем не менее в каждом из них обнаруживается потенциал для развития субцентров – одного или сразу нескольких, что покажут аналогичные настоящему исследованию г. Барнаула в будущем⁷.

В целом, в Барнаульской агломерации сохраняется достаточно выраженная широтная (с востока на запад) поляризация структуры системы городского центра, без выраженных альтернативных «пиков» по широтному градиенту убывания поляризации. Возможно, такие «пики» в качестве субцентров или крупнейших обслуживающих центров могли бы обнаружиться при более мелком районировании Барнаульской агломерации, однако на уровне жилых районов по 60–70 тыс. чел. они не обнаруживаются.

Строгой корреляции между показателями центральности района и стремления его жителей к сохранению status quo по месту жительства и работы не обнаружено (за исключением явной зависимости в районе ТРЦ «Волна»). «Менее центральные» районы (Поток) 1960-х гг. застройки и пригородного частного сектора оказываются для его жителей, судя по результатам опроса, более привлекательными, чем «более центральные» районы Нового рынка, Новоалтайска или ТРЦ «Огни». Отсутствие строгой корреляции можно объяснить необходимостью учёта других факторов, в том числе субъективных, при проведении дальнейших социологических опросов по рассматриваемой теме⁸.

Для преодоления широтной поляризованности барнаульской системы городского центра следует стимулировать развитие центральных функциональных групп по оси Павловского тракта, где располагаются наиболее центроподобные районы города. В особенности это осуществимо в районе ТРЦ «Огни», «ТРЦ «Европа» и в районе аэропорта при возможном формировании там нового планировочного и административного района в среднесрочной перспективе. Предположительно, потенциально благоприятными для формирования субцентральных функций могут стать транспортные узлы по Павловскому тракту на пересечении с ул. Малахова, Попова, Тракторной, Звёздной. В уже складывающихся субцентрах в районе пересечений Павловского тракта и ул. Малахова уже в достаточной степени развиты торгово-развлекательные и даже административные функции, однако всё ещё недостаточным представ-

⁶ Социологические и графоаналитические исследования системы центра города, аналогичные настоящему, но с большей детализацией и выборкой, проводились в Новосибирске в конце 1980 – начале 1990-х гг., например, А.Н. Клевакиным, А.В. Наволоцкой и И.Б. Оглы [12–14].

⁷ Ценность периодически проводимых исследований полицентризации городов, методически однородных, известна по опыту исследования таких городов, как Вашингтон, Париж, Осло (например, группой французских урбанистов под руководством А. Агилеры [15]).

⁸ Мексиканские урбанисты В.С. Трухийо и И. Муньис приходили в своих исследованиях к выводу, что, например, желанность той или иной работы для респондента часто коррелирует скорее с его субъективными амбициями и уровнем образования, чем с расположением в пешеходной доступности от дома [16].

ляется количество мест приложения труда и учёбы уровня высших и средних специальных учебных заведений и их кампусов.

Мы считаем, что реализация противоположного альтернативного сценария, а именно повышения степени центральности района Нового рынка, может привести к ещё более выраженной широтной поляризации системы центра и повышению проблем с суточными маятниковыми миграциями в условиях продолжающейся тенденции к увеличению автомобилизации населения и малого количества транспортных связей между центральным и западным планировочными районами.

Промежуточной приемлемой (и, вероятно, наиболее ожидаемой из трёх) альтернативой может быть более значительное развитие субцентральных функций в периферийных западных районах по Павловскому тракту, чем в районе Нового рынка по обе стороны железнодорожной выемки, однако с развитием центральности во всех этих районах Барнаула.

Обсуждение результатов

Цель настоящей статьи достигнута – выявлены общие очертания пространственной конфигурации системы центра г. Барнаула, дифференцированный уровень центроподобия территорий городской агломерации. В целом, доказаны доминирующая роль исторического центра в крупном городе, что утверждал Л.И. Соколов [2, с. 105–106], а также наличие глобального центростремительного пространственно-функционального тренда с экстремумом в историческом центре, который существенно не искажается даже субцентрами, на что указывал Р. Ланг [17, с. 20–22].

Следует отметить необходимость в дальнейших углубленных исследованиях по рассматриваемой теме устранить ряд недостатков в методике «плотного» исследования, а именно:

1) детализировать районирование города, уплотнить сетку разбиения агломерации. Оперировать, возможно, масштабом микрорайонов по территории и населённости (порядка 20 га и 10 тыс. чел. соответственно) для возможного выявления субцентров с положительными значениями центральности по квалитетрической модели (настоящее исследование не позволило их выявить, но гипотетически они могут уже существовать в городе);

2) опросить большее число респондентов с контролем пропорциональности выборок по районам;

3) более явно обозначить в опросах культурно-досуговую функцию в сравнении с рекреационно-парковой;

4) обозначить в опросах такую функциональную группу, как временные жилища и гостиницы, с ориентацией на внешних для Барнаула респондентов.

При этом следует отметить желательность сохранения анкетного формата для оперативности проведения дальнейших углубленных исследований, что требует только ограниченного усложнения анкет.

Заключение

Проведённое комплексное исследование показало, что система центра Барнаульской агломерации является двухъядерной полицентрической, с выра-

женной широтной поляризацией, с повышением степени периферийности западных районов и левобережных пригородов. Нынешнее состояние системы центра города с точки зрения пространственной конфигурации, в соответствии с поставленной рабочей гипотезой, ещё нельзя считать оптимальным. Существуют районы для перспективного преимущественного развития субцентральных функциональных групп города по общественно-транспортным узлам в западной части Павловского тракта с тяготением к аэропорту. Мы считаем, что это будет способствовать формированию более равномерной трёхядерной поляризации системы центра города, включающей следующие крупнейшие элементы: 1) главный центр в геометрическом центре агломерации, на левом берегу Оби; 2) субцентр агломерации в Новоалтайске, на правом берегу Оби; 3) новый субцентр агломерации в районе городского аэропорта.

Как будет развиваться в дальнейшем система центра г. Барнаула, покажут ближайшие несколько лет. Можно ли влиять на это развитие – тема для других исследований и практической работы. Результаты настоящего исследования могут быть учтены при разработке коррекции нового генерального плана Барнаула или его агломерации, а также при создании проектов планировки территорий с градостроительным регламентом вида «общественно-деловая», «общественно-жилая», «многофункциональная» в западном планировочном районе Барнаула.

Автор выражает благодарность магистрантам Арсению Олеговичу Нетесову и Дарье Дмитриевне Столяровой за помощь в печатании анкет и распространение электронных анкет в сети Интернет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М. : Стройиздат, 1984. 256 с.
2. Соколов Л.И. Центр города. Функции. Структура. Образ. М. : Стройиздат, 1992. 352 с.
3. Гайкова Л.В. Полицентризм как парадигма развития российских городов // Архитектон: известия вузов. 2015. № 2 (50). Условия доступа : <http://archvuz.ru/PDF/%23%2050%20PDF/ArchPHE%2350pp69-81Gaikova.pdf> (дата обращения: 08.01.2019).
4. Жуковский Р.С. Прогноз развития общественно-деловых субцентров в крупных и крупнейших городах (на примере Западно-Сибирского региона России) // Архитектон: известия вузов. 2017. № 2 (58). Условия доступа : http://archvuz.ru/PDF/%23%2058%20PDF/3Architecton%2358_Zukovsky.pdf (дата обращения: 08.01.2019).
5. *Официальная статистика*. Алтайский край. Население // Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай [официальный сайт]. Условия доступа : http://akstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/akstat/ru/statistics/altayRegionStat/population/ (дата обращения: 07.01.2019).
6. Жуковский Р.С. Архитектурно-градостроительная типология общественно-деловых субцентров городов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (60). С. 82–95. Условия доступа : <https://vestnik.tsuab.ru/jour/article/view/272/273> (дата обращения: 08.01.2019).
7. Жуковский Р.С. О формировании общественно-делового субцентра в Индустриальном районе города Барнаула // Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2018. № 1. С. 20–22. Условия доступа : http://elib.altstu.ru/journals/Files/va2018_1/pdf/020Jukovskij.pdf (дата обращения: 07.01.2019).
8. Якшин А.М., Говоренкова Т.М., Каган М.И. и др. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. М. : Стройиздат, 1979. 204 с.
9. Trujillo V.S., Muñoz I. Journey to Work in Mexican Valley: is Polycentric Structure Reducing Commuting Activity? // Universitat Autònoma de Barcelona. 2014. P. 4–31. URL :

- http://pagines.uab.cat/applieconomics/sites/pagines.uab.cat/applieconomics/files/Sanchez%20Trujillo,%20V._paper.pdf (дата обращения: 07.01.2019).
10. Поморов С.Б., Жуковский Р.С. Социологические аспекты проблемы формирования среды общественно-деловых субцентров в крупнейшем городе // Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2018. № 1. С. 86–91. Условия доступа : http://elib.altstu.ru/journals/Files/va2018_1/pdf/086Pomarov.pdf (дата обращения: 07.01.2019).
 11. Барнаул лидирует по количеству торговых площадей в Сибири. Условия доступа : <http://www.politsib.ru/news/92041> (дата обращения: 08.01.2019).
 12. Клевакин А.Н. Функционально-пространственное развитие центра крупнейшего города с расчленённой структурой (на примере Новосибирска) : автореф. дис. ... канд. archit. (спец. 18.00.04). М., 1989. 24 с.
 13. Наволоцкая А.В. Формирование планировочных районов в структуре крупнейшего города (на примере г. Новосибирска) : автореф. дис. ... канд. archit. (спец. 18.00.04). М., 1991. 25 с.
 14. Оглы И.Б. Функционально-пространственное развитие общественно-транспортных узлов крупнейшего города (на примере Новосибирска) : автореф. дис. ... канд. archit. (спец. 18.00.04). Л., 1991. 29 с.
 15. Aguilera A. Growth in Commuting Distances in French Polycentric Metropolitan Areas: Paris, Lyon and Marseille // *Urban Studies*, SAGE publications. 2005. V. 42 (9). P. 1537–1547. URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00489791/document> (дата обращения: 07.01.2019).
 16. Поморов С.Б., Жуковский Р.С. Современные проблемы развития полицентрической планировочной структуры крупного (крупнейшего) города: к поиску архитектурно-градостроительных решений // Материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»), 2–3 декабря 2015 г. Омск, 2015. С. 406–414. Условия доступа : https://elibrary.ru/download/elibrary_25530448_37074105.pdf (дата обращения: 08.01.2019).
 17. Lang R.E. *Edgeless Cities – Exploring the Elusive Metropolis*. Washington D.C. : Booking Institution Press, 2003. 156 p. Условия доступа : https://books.google.ru/books/about/Edgeless_Cities.html?id=Js3fiey7AAC&redir_esc=y (дата обращения: 08.01.2019).

REFERENCES

1. Gutnov A.E. *Evolyutsiya gradostroitel'stva* [Evolution of urban planning]. Moscow: Stroiizdat, 1984. 256 p. (rus)
2. Sokolov L.I. *Tsentr goroda. Funktsii. Struktura. Obraz* [Downtown. Functions. Structure. Image]. Moscow: Stroiizdat, 1992. 352 p. (rus)
3. Gaikova L.V. *Politsentrizm kak paradigma razvitiya rossiiskikh gorodov* [Polycentrism as a paradigm of Russian cities development] *Arkhitekton: izvestiya vuzov*. 2015. V. 2 (50) (rus). Available: <http://archvuz.ru/PDF/%23%2050%20PDF/ArchPHE%2350pp69-81Gaikova.pdf> (accessed January 8, 2019).
4. Zhukovsky R.S. *Prognoz razvitiya obshchestvenno-delovykh subtsentrov v krupnykh i krupneishikh gorodakh (na primere zapadnosibirskogo regiona Rossii)* [Prediction of development of sub-downtowns in the largest cities (Western Siberia case studies)]. *Arkhitekton: izvestiya vuzov*. 2017. V. 2 (58) (rus). Available: http://archvuz.ru/PDF/%23%2058%20PDF/3Architecton%2358_Zukovsky.pdf (accessed January 8, 2019).
5. *Ofitsial'naya statistika. Altaiskii krai. Naselenie* [Official statistics. Altai Krai. Population]. Available: http://akstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/akstat/ru/statistics/altayRegionStat/population/ (accessed January 7, 2019).
6. Zhukovsky R.S. *Arkhitekturno-gradostroitel'naya tipologiya obshchestvenno-delovykh subtsentrov gorodov* [Urban typology of sub-downtowns]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017. V. 1 (60). Pp. 82–95. (rus)
7. Zhukovsky R.S. *O formirovaniy obshchestvenno-delovogo subtsentra v Industrial'-nom raione goroda Barnaula* [About the Development of Sub-Downtown in the Industrial District of Barnaul City]. *Vestnik AltGTU im. I.I. Polzunova*. 2018. V. 1. Pp. 20–22. Available: http://elib.altstu.ru/journals/Files/va2018_1/pdf/020Jukovskij.pdf (accessed January 7, 2019).

8. Yakshin A.M., Govorenkova T.M., Kagan M.I., et al. Grafoanaliticheskiy metod v gradostroitel'nykh issledovaniyakh i proektirovanii [Graph-analytic method in urban planning and research]. Moscow: Stroizdat, 1979. 204 p. (rus)
9. Trujillo V.S., Muñiz I. Journey to work in Mexican Valley: is polycentric structure reducing commuting activity? *Universitat Autònoma de Barcelona*. 2014. Pp. 4–31. Available: http://pagines.uab.cat/applieconomics/sites/pagines.uab.cat/applieconomics/files/Sanchez%20Trujillo,%20V._paper.pdf (accessed January 7, 2019).
10. Pomorov S.B., Zhukovsky R.S. Sotsiologicheskie aspekty problemy formirovaniya sredy obshchestvenno-delovykh subtsentrov v krupneishem gorode [Social aspects of sub-downtown problematic formation in large city]. *Vestnik AltGTU im. I.I. Polzunova*. 2018. V. 1. Pp. 86–91. Available: http://elib.altstu.ru/journals/Files/va2018_1/pdf/086Pomorov.pdf (accessed January 7, 2019).
11. Barnaul lidiruet po kolichestvu torgovykh ploshchadei v Sibiri [Barnaul leads in merchant areas amount within Siberia]. Available: www.politsib.ru/news/92041 (accessed January 8, 2019).
12. Klevakin A.N. Funktsional'no-prostranstvennoe razvitie tsentra krupneishogo goroda s raschlenennoi strukturoi (na primere Novosibirsk): avtoref. diss. kand. arkh. (spets. 18.00.04) [Functional and structural development of downtown in large disjointed city (the Novosibirsk case study). PhD Abstract]. Moscow, 1989. 24 p. (rus)
13. Navolotskaya A.V. Formirovanie planirovochnykh raionov v strukture krupneishogo goroda (na primere g. Novosibirsk): avtoref. diss. kand. arkh. (spets. 18.00.04) [Development of planned districts within the large city structure (the Novosibirsk case study). PhD Abstract]. Moscow, 1991. 25 p. (rus)
14. Ogly I.B. Funktsional'no-prostranstvennoe razvitie obshchestvenno-transportnykh uzlov krupneishogo goroda (na primere Novosibirsk): avtoref. diss. kand. arkh. (spets. 18.00.04) [Functional and structural development of public transport hubs in large city (the Novosibirsk case study). PhD Abstract]. Moscow, 1991. 29 p. (rus)
15. Aguilera A. Growth in commuting distances in French polycentric metropolitan areas: Paris, Lyon and Marseille, *Urban Studies*, SAGE publications. 2005. V. 42 (9). Pp. 1537–1547. Available: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00489791/document> (accessed January 7, 2019).
16. Pomorov S.B., Zhukovsky R.S. Sovremennye problemy razvitiya politsetricheskoi planirovochnoi struktury krupnogo (krupneishogo) goroda: k poisku arkhitekturno-gradostroitel'nykh reshenii Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (*Proc. Int. Conf. 'Modern Problems of Polycentric Structure in Large City: Architectural and Town Planning Solutions'*). 2015. Pp. 406–414. Available: https://elibrary.ru/download/elibrary_25530448_37074105.pdf (accessed January 8, 2019).
17. Lang R.E. Edgeless cities – exploring the elusive metropolis, Washington D.C.: Booking Institution Press, 2003. 156 p. Available: https://books.google.ru/books/about/Edgeless_Cities.html?id=Js3fiejy7AAC&redir_esc=y (accessed January 8, 2019).

Сведения об авторе

Жуковский Роман Сергеевич, ст. преподаватель, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, romanzsolar@mail.ru

Author Details

Roman S. Zhukovsky, Senior Lecturer, Polzunov Altai State Technical University, 46, Lenin Ave., 656038, Barnaul, Russia, romanzsolar@mail.ru

УДК 72.035:719:[712.25:712.5:728.37] DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-67-76

*Е.А. КОЗЫРЕВА,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет*

БЛИЖНИЕ УСАДЬБЫ ВЫСШЕЙ ЗНАТИ КАК ФЕНОМЕН ИСТОРИКО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЖИЗНИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА (НА ПРИМЕРЕ ДАЧИ А.С. СТРОГАНОВА)

В работе рассматривается феномен ближних усадеб высшей знати как часть истории и градоформирующего аспекта в формировании Санкт-Петербурга и его окрестностей. Актуальность данной темы продиктована тем, что в настоящее время большое внимание уделяется приспособлению объектов культурного наследия, в том числе окрестных усадеб. Цель работы – выделить в отдельный тип объектов культурного наследия «ближние усадьбы высшей знати», выявить их характерные особенности и предложить мероприятия по их сохранению. К особенностям относятся: размещение на не освоенных ранее территориях, наличие обширной парковой территории, наличие усадебного дома и парковых построек, не носящих утилитарный характер. Используется аналитический метод изучения. Подробно рассматривается история и этапы формирования, строительства и реконструкции дачи А.С. Строганова как одного из примеров ближних усадеб высшей знати. Данный объект был создан талантом выдающихся зодчих, но уже в XIX в. начались работы по освоению его территории для развивающегося города. Объект отнесен к типу ближние усадьбы высшей знати, к категории утраченные, т. к. он не сохранился до наших дней в изначальном объеме, а остались только усадебный дом и кордегардии. Анализируя существующие и утраченные усадьбы высшей знати, автор приходит к выводу о необходимости сохранения для последующих поколений объектов культурного наследия такого типа как особенности градостроительной и культурной жизни Санкт-Петербурга. Предлагается для реализации проектов по приспособлению данного типа объектов и для привлечения инвесторов использовать концессии.

Ключевые слова: усадьбы высшей знати; дача А.С. Строганова; проблемы сохранения объекта.

Для цитирования: Козырева Е.А. Ближние усадьбы высшей знати как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга (на примере дачи А.С. Строганова) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 67–76.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-67-76

*Е.А. KOZYREVA,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

ARISTOCRATIC SOCIETY ESTATES AS PHENOMENON OF HISTORICAL AND CITY PLANNING LIFE OF ST.-PETERSBURG (THE STROGANOV'S ESTATE CASE STUDIES)

The paper studies the phenomenon of the aristocratic society estates as a part of history and city-forming aspect in the development of St.-Petersburg and its surroundings. The relevance of this paper is that at present time a lot of attention is paid to adaptation of the cultural herit-

age monuments, including estates. The aim of the paper is to identify the estates of the aristocratic society and propose measures for their preservation. The unique characteristics include: accommodation in previously undeveloped territories, large park area, a manor house and park buildings that are not utilitarian in nature. The analytical method of research is used. The history and formation, construction and reconstruction of the of Stroganov's estate is one of the examples of the aristocratic society estates. This estate was created by talented and outstanding architects, but already in the 19th century, that territory began to develop for needs of the city. The estate relates to the category of lost estates, since the buildings were preserved to our days in the original form, and only the manor house and guardhouses are preserved. It can be concluded that such monuments of the cultural heritage should be preserved for future generations as important characteristics of the urban planning and cultural life of St.-Petersburg. It is proposed to use public-private partnership for the implementation of projects on this type of cultural heritage sites.

Keywords: aristocratic society; Stroganov's estate; preservation of cultural heritage sites.

For citation: Kozyreva E.A. Blizhnie usad'by vysshei znati, kak fenomen istoriko-gradostroitel'noi zhizni Sankt-Peterburga (na primere dachi A.S. Stroganova) [Aristocratic society estates as phenomenon of historical and city planning life of St.-Petersburg (the Stroganov's estate case studies)]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 67–76.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-67-76

В работе рассматривается феномен ближних усадеб высшей знати как часть истории и градоформирующий аспект в формировании Санкт-Петербурга и его окрестностей. Данный тип объектов являлся примером для подражания для остальной России как с архитектурной, так и градостроительной точки зрения. Актуальность темы продиктована тем, что в настоящее время большое внимание уделяется приспособлению объектов культурного наследия, в том числе усадеб. В Московской области Российской Федерации действует губернаторская программа «Усадьбы Подмосковья». Развивается национальный фонд «Возрождение русской усадьбы». Цель работы – выделить в отдельный тип объектов культурного наследия «ближние усадьбы высшей знати», выявить их характерные особенности и предложить мероприятия по их сохранению. Используется аналитический метод изучения. Автором уже написано несколько аналитических статей по данной тематике. Иные авторы не касаются конкретно этой тематики, но при этом в последнее время опубликовано достаточное количество статей об усадьбах, что подтверждает актуальность исследования.

В Санкт-Петербурге и вокруг него до 1917 г. можно отметить наличие усадеб, которые по своему содержанию и амбициозности могут в чем-то поспорить с императорскими загородными дворцово-парковыми комплексами. Но в то же время они имеют характерные отличительные особенности, по которым их можно отделить как от императорских дворцовых загородных комплексов, так и от помещичьих усадеб. Такой особый тип объектов можно обозначить как «ближние усадьбы высшей знати». Усадьбы (точнее – дворцово-парковые комплексы) высшей знати традиционно развивались как особый тип объектов на прилегающей к столичному городу территории. В настоящее время многие из них находятся в границах современной городской черты [1–3].

Эти усадьбы создавали великолепные миры вокруг столичного города и были амбициозными центрами притяжения, нередко предрешая судьбу владельцев (Каменный остров – Бестужев-Рюмин). В некоторых случаях, когда владелец разорялся, такие усадьбы выкупались в казну города, становясь императорскими резиденциями (Елагин остров, Таврический дворец и т. п.), иногда передавались лечебным организациям (дача К.Е. Сиверса, Новознаменка и т. п.). По результатам проделанной работы выявлено число таких объектов и их характерные особенности, в том числе наличие объектов, направленных на то, чтобы подчеркнуть статусность владельцев, а не на хозяйственные нужды (оранжереи с орхидеями и ананасами, боскеты и перголы) [4–6]. Большинство таких сооружений носило временный характер и не дошло до наших дней, о их виде и наличии мы можем судить только по описаниям, данным в воспоминаниях современников (И.Г. Георги, М.И. Пыляев, Генрих фон Реймерс, барон Н.Н. Врангель). Выделенные усадьбы можно типологизировать по сохранности территории и компонентов [7–9].

Одним из примеров таких усадеб является дача А.С. Строганова.

Дача расположена на территории, которая в XVIII в. находилась за чертой города (граница по Обводному каналу) – на дороге, ведущей в Петергоф. В сер. XVIII в., судя по планам Санкт-Петербурга, часть Петергофской дороги от Обводного канала до Нарвских ворот оставалась почти незастроенной, немногочисленные постройки были деревянными; к юго-западу раскинулся Екатерингофский сад [6, 9–12].

В 1760-е гг. на обширном участке графа А.С. Строганова (сенатор, президент АХ, член главного правления училищ и государственного совета; коллекционер и меценат) строится каменный трехэтажный с бельведером особняк с хозяйственными постройками, разбивается регулярный парк с большим прудом. Две небольшие кордегардии с металлическими воротами оформляют проезд к главному дому [6, 11, 13]. Автор проекта не установлен (предположительно В.И. Баженов) [11].

К концу XVIII в. сменяется несколько владельцев: князь В.В. Долгоруков (1780 г.), князь Г.А. Потемкин (1784 г.), затем племянница Г.А. Потемкина Е.В. Скавронская (1788 г.) [14]. На этот период на участке был каменный дом с деревянными службами, а позади дома – большой пруд неправильных очертаний с островками на нем. Регулярный парк преобразован создателем Таврического сада В. Гульдом в пейзажный [10, 11]. На первом этаже дома находились буфет, столовая, диванная и ванная комнаты, на втором – передняя, столовая, зал, гостиная, кабинет [11]. Впоследствии обширная территория дачи Строганова была поделена на участки (рис. 1).

1849–1870-е гг. – участок входит в городскую черту (Нарвская часть) и принадлежит семье Санкт-петербургского купца 2-й гильдии, сахарного и шляпного фабриканта Ф. Циммермана. Циммерман застроил северо-восточную часть участка и соседний с ним участок фабричными и жилыми зданиями [12, 15, 16].

1878–1880 гг. – участок с дачей в собственности французского подданного фабриканта Ф.С. Азибера. При нем большой пруд засыпан – оставлена лишь небольшая его часть.

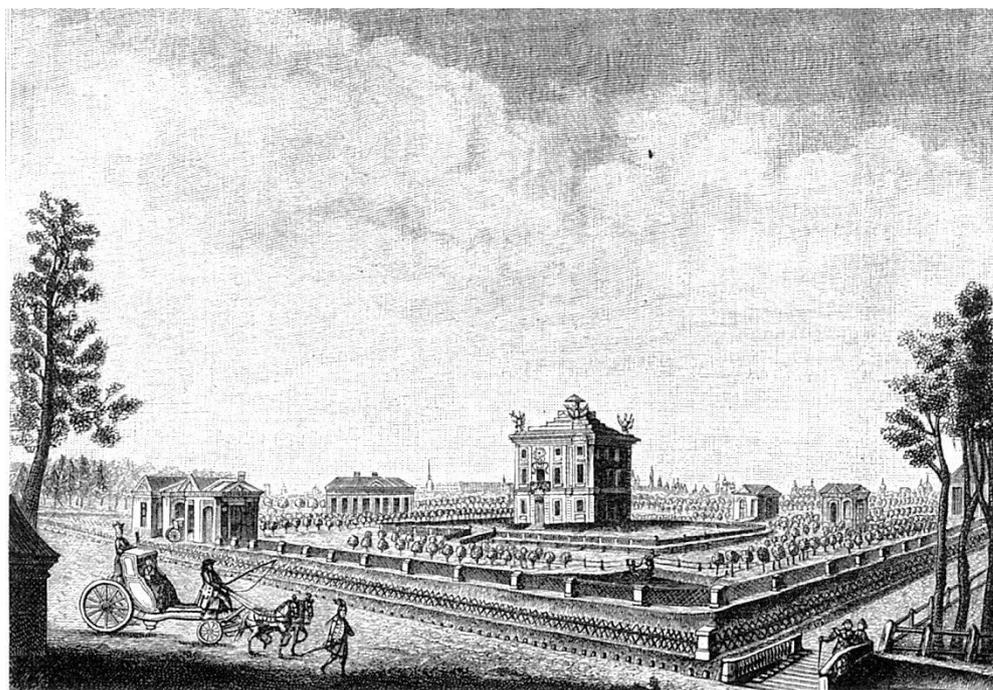


Рис. 1. Загородный дом графа Стоганова. Гравюра (Пыляев М.И. Забытое прошлое окрестностей Петербурга. СПб., 1889)

1882–1917 гг. – дача принадлежит семье швейцарского подданного, купца 2-й гильдии, кондитерского фабриканта М.И. Конради [16, 17].

В 1888 г. В.М. Конради (сын М.И. Конради) расширяет южную кордегардию за счет пристройки с южной и восточной сторон двух небольших объемов. В 1890 г. по проекту арх. Л. Фонтана к ней с юго-востока пристраивают еще один объем [16].

1892 г. – дача приобрела новую обработку существующих фасадов с пристройкой с западной и восточной сторон двухэтажных тамбуров [Там же].

1896 г. – к северной кордегардии по проекту гражданского инженера Л.В. Шмеллинга с северо-восточной стороны пристроен одноэтажный объем. Вероятно, тогда же был засыпан пруд [Там же].

1993 г. – к обеим кордегардиям с восточной стороны пристроены прямоугольные в плане одноэтажные объемы (складские помещения).

1997 г. – территория дачи в административном управлении ОАО «Красный треугольник».

Разобран бельведер, и демонтирована внутренняя лестница, ведущая в него, заложен западный (главный) и южный (кухонный) входы, западная оконная ось на всех этажах южного фасада (зона туалетов), боковые окна второго этажа западной пристройки. Утрачены балконы 3-го этажа над двухэтажными пристройками и детали декора фасадов. В интерьере произведены незначительные изменения без перепланировки капитальных стен [4]. Кордегардии утратили наличники оконных проемов и ниш. В северной кордегардии

заложена угловая южная ниша, в южной – окно в северной части западного фасада. Интерьеры до настоящего времени не сохранились.

В 1993 г. с восточной стороны к обеим кордегардиям пристроены прямоугольные складские помещения. В 1997–1999 гг. выполнен косметический ремонт фасадов ОАО «Красный треугольник».

Дача А.С. Строганова находится близ Обводного канала, при пересечении его со Старопетергофским проспектом, в глубине небольшого участка – территории объединения «Красный треугольник» и окружена со всех сторон фабричными зданиями. От Старопетергофского проспекта отделена кирпичным забором. Въезд на территорию оформляют две кордегардии, расположенные с небольшим отступом от красной линии Старопетергофского проспекта [6, 18].

Первоначально здание трехэтажного кирпичного усадебного дома было увенчано легким восьмигранным бельведером. Его квадратный (со скругленными углами) объем усложнен двухэтажными прямоугольными пристройками по оси запад-восток. С южной стороны к зданию примыкает одноэтажная прямоугольная пристройка. Основной объем перекрыт металлической вальмовой крышей с организованным типовым водоотводом.

Все фасады расчленены горизонтальным развитым поясом из простого карниза и тяг, отделяющих первый этаж от второго, и подоконными тягами. Членения по вертикали подчеркнуты рустованными лопатками, фланкирующими стены по всей высоте здания. Стены первого и второго этажей оштукатурены под дощатый руст, третий этаж гладкий. Завершает фасады простой многоступенчатый тянутый карниз [19].

Вход – с восточной стороны, главный вход с запада заложен. Прямоугольные окна первого этажа обрамляют профилированные рамочные наличники. Над аналогичными окнами второго этажа – прямые сандрики (с дентикулами по низу) на каннелированных по лицевой поверхности кронштейнах. Под окнами находятся прямоугольные ширинки на ширину проема. На крышах двухэтажных пристроек ранее были балконы (в настоящее время утрачены). Окна третьего этажа без наличников, под окнами – декоративные фигурные накладки. По обеим сторонам окон в угловых закругленных частях дома – фигурные рамки с гирляндами в центре (сохранились только на юго-западном и юго-восточном углу).

Здание имеет симметричный план, разделено центральным коридором на всех этажах по оси запад-восток. По южной стороне на всех трех этажах проходит продольная капитальная стена [11]. Поперечными стенами южная половина разделена на три части. Северную половину с западной стороны на одну треть отделяет капитальная кирпичная стена, далее – перегородки, оштукатуренные с обеих сторон. Отделка помещений современная: подшивные потолки; стены оштукатурены, частично окрашены, частично обшиты ДВП; на полах метлахская плитка, линолеум, паркет.

В некоторых помещениях сохранились оконные заполнения и лепной декор потолков (вероятно, конца XIX в.). На первом этаже, в помещении перед лестницей, сохранился софитный карниз, декорированный плетенкой, иониками, бусами, жемчужинами, пальметтами. На втором этаже, в юго-восточном

квадратном помещении с закругленным углом, сохранился софитный карниз с модульонами, декорированный пальметтами, иониками, бусами, жемчужинами, плетенкой. В коридоре второго этажа, северо-восточном и северо-западном угловых помещениях сохранились галтельные карнизы [4, 11, 20, 21].

Криволинейная двухмаршевая лестница размещена в юго-западной трети дома и ведет на все три этажа. Лестница очень живописна за счет мягких очертаний ее несущих конструкций: марши положены по верху ползучего свода, в верхней части свода устроены забежные ступени, соответствующие закругленной части наружной стены. Ползучий свод ломаного профиля, несущий забежные ступени, изящным разворотом поворачивает к следующему маршу, ведущему к этажной площадке. Крещатый маленький сводик продолжает площадку до окна. Ступени выполнены из известняковых камней, площадки – из белого мрамора с бордюром из черного мрамора. Стены лестничной клетки оштукатурены (окрашены масляной краской) и разбиты на филенки. Ограждение лестницы из кованого металла круглого и квадратного сечения геометрического (петельного) рисунка с меандровым фризом. Поручень деревянный профилированный.

Кордегардии кирпичные, оштукатуренные и окрашенные в два тона, одноэтажные прямоугольные в плане с закругленными вогнутыми углами. К северной кордегардии с северо-восточной стороны примыкает прямоугольный одноэтажный объем, к южной кордегардии с восточной и южной сторон примыкают прямоугольные одинаковые объемы. Эти объемы с юго-восточной стороны объединены одноэтажным прямоугольным в плане объемом, аналогичным северо-восточному объему северной кордегардии. С востока к обеим кордегардиям примыкает новый одноэтажный прямоугольный объем. Здания перекрыты вальмовой и двускатной кровлей.

Лицевой (западный) фасад северной кордегардии асимметричен, на три оси, с ризалитом в одну ось с южной стороны (первоначальный объем), и расчленен по вертикали (в северной части) профилированной тягой на уровне пяты арочных проемов. Венчающий карниз многоступенчатый с дентикулами в нижней части. Ризалит фланкируется широкими лопатками и завершается треугольным фронтоном с аналогичным карнизом. В скругленных угловых частях ризалита устроены ниши (южная заложена). Проемы имеют тянутые архивольты (частично утрачены).

Южный фасад асимметричен, на две оси с современной пристройкой на одну ось, оформлен аналогично западному. Северный и восточный фасады гладкие. Лицевой и северный фасады южной кордегардии аналогичны северной кордегардии (зеркально). Отделка интерьеров не сохранилась.

Дача А.С. Строганова – образец загородной усадьбы второй половины XVIII в. Она первая в ряду немногих сохранившихся богатейших дач по Петергофской дороге. Архитектурные формы и сохранившаяся первоначальная планировка дома позволяют отнести его к ценнейшим памятникам архитектуры периода раннего классицизма. Связана с именами князей В.В. Долгорукова, Г.А. Потемкина.

Усадьбу А.С. Строганова можно отнести к «утраченным» усадьбам – в связи с утратой территории и компонентов. Но, несмотря на значительные

утраты, сохранились усадебное здание и выездные кордегардии, что позволяет не только отнести данную усадьбу к типу «ближние усадьбы высшей знати», но и признать необходимость ее сохранения как фундаментального следа развития культуры и дореволюционной жизни города.

Таких усадеб, как дача А.С. Строганова, в разное время было не более 50, одни из них частично сохранились и дошли до наших дней, другие остались в истории и воспоминаниях современников тех лет. Столичный Санкт-Петербург не мог оставаться только в границах императорских резиденций, не мог существовать без этого великолепного ожерелья пригородных усадеб высшей знати.

До настоящего времени у некоторых исследователей еще остаются сомнения об актуальности данной работы, о том, что подобное исследование искусственно и не повторяет ли оно уже выполненные работы по систематизации и выявлению истории усадеб. Однако в контексте работы есть не только научный аспект, связанный с выявлением и выделением отдельного типа усадеб, но и практический аспект, связанный с предложением по решению стоящих в настоящее время проблем с приспособлением данного типа объектов, не востребованных частными инвесторами из-за масштаба и сложной структуры. Таким образом, научная новизна работы носит не только теоретический характер, но и направлена на решение практической задачи.

Анализируя сохранившиеся усадьбы данного типа, можно сделать вывод о том, что их современное использование осуществляется в основном за счет государственных средств. Большинство находится в государственной собственности и используется под музеи (Елагин остров, Рождествено, Извара, Приютино), а те, которые не имеют государственных дотаций, заброшены (Тайцы, Осинная Роща, Жерновка, Лопухинка).

Несмотря на заинтересованность, частные инвесторы не могут в полной мере реализовать проекты приспособления изучаемых исторических усадеб (например, Елизаветино, Марьино). Выделение типа усадеб высшей знати позволит систематизировать государственные дотации, в том числе через механизм государственно-частного партнерства.

На состоявшемся в ноябре 2018 г. Культурном форуме министр культуры В.Р. Мединский отметил необходимость дальнейшего развития и реализации проекта «Возрождение исторических усадеб». В январе 2019 г. Комитет Госдумы по природным ресурсам рекомендовал к принятию в первом чтении на пленарном заседании законопроект о реставрации памятников в рамках концессии. Данный законопроект был инициирован ГМЗ «Петергоф», которому был передан в руинированном состоянии дворцово-парковый ансамбль в Ропше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенцов С.В. Развитие регулярной Санкт-Петербургской агломерации после Петра Великого и проблемы ее сохранения как Объекта Всемирного наследия // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 4 (45). С. 16–24.
2. Семенцов С.В. Историография Приневья и Санкт-Петербурга // Скандинавские чтения 2002 г. Этнографические и культурно-исторические аспекты. СПб., 2003. С. 144–174

3. *Козырева Е.А.* Ближние усадьбы высшей знати как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга (на примере Екатерингофского парка) // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 1 (54). С. 1–5.
4. *Горбатенко С.Б.* Петергофская дорога. Историко-архитектурный путеводитель. СПб.: Европейский Дом, 2001. 448 с.
5. *Пыляев М.И.* Старый Петербург. Рассказы из былой жизни столицы. М. : Директ-Медиа, 2007. 817 с.
6. *Пыляев М.И.* Забытое прошлое окрестностей Петербурга. Л. : Лениздат, 1996. 670 с.
7. *Возняк Е.Р.* Теория исторических архитектурных форм: вчера и сегодня // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 3. С. 22–31.
8. *Семенцов С.В.* Этапы пространственного формирования Санкт-Петербурга: кристаллизация градостроительного генетического кода, единство развития и сохранения // Промышленное и гражданское строительство. 2007. 22 марта. С. 29.
9. *Дубяго Т.Б.* Русские регулярные сады и парки. Л. : Госстройиздат, 1963. 339 с.
10. *Исторические планы* столичного города Санкт-Петербурга с 1714 по 1839 гг. СПб., 1843.
11. *Петров А.Н.* Дача Строганова на Петергофской дороге. Заметки о памятниках архитектуры // Архив КГИОП. П-780. Н-719/1.
12. *ЦГИА СПб.* Ф. 513. Оп. 102. Д. 5684. Л. 37, 55, 76–78, 91–92, 97-а-99, 109–110, 113.
13. *Георги И.Г.* Описание российско-императорского столичного города Санкт-Петербурга и достопамятностей в окрестностях оного, с планом / вступ. ст. Пирютко. СПб. : Лига, 1996. 527 с. (Мраморная серия / авт.-сост. А.А. Алексеев).
14. *Божерянов И.Г.* Невский проспект. СПб., 1903. С. 246–247.
15. *Цылов Н.* Атлас тринадцати частей Санкт-Петербурга. СПб., 1849.
16. *ЦГИА СПб.* Ф. 513. Оп. 102. Д. 5685. Л. 2–4, 12–15, 21, 75–79, 92–105, 133–134, 145–146.
17. *ЦГИА СПб.* Ф. 515. Оп. 1. Д. 9577.
18. *Всеобщая история архитектуры*: в 12 т. Т. 8. М., 1969.
19. *Реймерс фон Г.* Санкт-Петербург в конце своего первого столетия = Sankt-Petersburg am Ende seines ersten Jahrhunderts, historisch topographisch Beschrieben: со взглядом на возникновение и рост этой резиденции при различных государях, правивших в течение этого времени / пер. с нем. А.Д. Сыщикова. СПб. : Росток, 2007. 526 с. (Диалог двух культур / Б-ка Российской акад. наук).
20. *Столянский П.Н.* Петергофская перспектива. СПб., 1923. С. 23.
21. *Атлас столичного города Санкт-Петербурга.* СПб. : ГМИ, 1798.
22. *Козырева Е.А.* Проблемы приспособления объектов культурного наследия на примере ближних усадеб высшей знати // РГПУ им. А.И. Герцена в VI Международной научно-практической конференции «Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие». СПб., 2017. С. 439–441.
23. *Козырева Е.А., Блинова А.К.* Ближние усадьбы высшей знати, как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга, на примере усадьбы Аничкова // Тенденции развития науки и образования. 2018. Август. № 41. С. 48–51.
24. *Козырева Е.А.* Ближние усадьбы высшей знати, как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга, на примере усадьбы Бестужева-Рюмина на Каменном острове // Вестник. Зодчий. 21 век. 2018. Декабрь. С. 48–53.
25. *Козырева Е.А.* Ближние усадьбы высшей знати Царскосельского уезда, как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга // Тенденции развития науки и образования. 2018. Август. № 41. С. 51–54.
26. *Козырева Е.А.* Ближние усадьбы высшей знати, как феномен историко-градостроительной жизни Санкт-Петербурга, на примере Дворцово-паркового ансамбля Знаменской дачи // Global science. Development and novelty : сб. научных трудов по материалам Международной научной конференции, 28.02.2018. Madrid, 2018. № 7. Part 1. С. 71–75.

REFERENCES

1. *Sementsov S.V.* Razvitie reguljarnoi Sankt-Peterburgskoi aglomeratsii posle Petra Velikogo i problemy ee sokhraneniya kak Ob"ekta Vsemirnogo naslediya [Development of regular St.-

- Petersburg agglomeration after Peter the Great and problems of its preservation as a world heritage site]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2014. No. 4 (45). Pp. 16–24. (rus)
2. *Sementsov S.V.* Istoriografiya Prinev'ya i Sankt-Peterburga [Historiography of the Neva and St.-Petersburg]. In: Skandinavskie chteniya 2002 g. Etnograficheskie i kul'turno-istoricheskie aspekty (*Scandinavian Readings 2002. Ethnographic, Cultural and Historical Aspects*). St.-Petersburg., 2003. Pp. 144–174 (rus)
 3. *Kozyreva E.A.* Blizhnie usad'by vysshei znati kak fenomen istoriko-gradostroitel'noi zhizni Sankt-Peterburga (na primere Ekateringofskogo parka) [Neighborhoods of highest nobility as a phenomenon of historical and town planning in St.-Petersburg (Ekaterinhof Park)]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* 2016. No. 1 (54). Pp. 1–5. (rus)
 4. *Gorbatenko S.B.* Petergofskaya doroga. Istoriko-arkhitekturnyi putevoditel' [Peterhof road. Historical and architectural guide]. St.-Petersburg: Evropeiskii Dom, 2001. 448 p. (rus)
 5. *Pylyayev M.I.* Staryi Peterburg. Rasskazy iz byloi zhizni stolitsy [Old Petersburg. Stories from the former life of the capital]. Moscow, Direct-Media, 2007. 817 p. (rus)
 6. *Pylyayev M.I.* Zabytoe proshloe okrestnostei Peterburga [The forgotten past of St.-Petersburg environs]. Leningrad: Lenizdat, 1996. 670p. (rus)
 7. *Wozniak E.R.* Teoriya istoricheskikh arkhitekturnykh form: vchera i segodnya [The theory of historic architectural forms: yesterday and today]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2013. No. 3. Pp. 22–31. (rus)
 8. *Sementsov S.V.* Etapy prostranstvennogo formirovaniya Sankt-Peterburga: kristallizatsiya gradostroitel'nogo geneticheskogo koda, edinstvo razvitiya i sokhraneniya [Stages of spatial formation of St.-Petersburg: crystallization of the town-planning genetic code, unity of development and preservation]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2007. 29 p. (rus)
 9. *Dubyago T.B.* Russkie regulyarnye sady i parki [Russian regular gardens and parks]. Leningrad: Gosstroyizdat, 1963. 339 p. (rus)
 10. *Istoricheskie plany stolichnogo goroda Sankt-Peterburga s 1714–1839 gg* [Historical plans of St.-Petersburg in 1714–1839]. St.-Petersburg, 1843. (rus)
 11. *Petrov A.N.* Dacha Stroganova na Petergofskoi doroge. Zametki o pamyatnikakh arkhitektury [Stroganov's cottage on Peterhof Road. Notes about architectural monuments]. Archive KGIOP. Proc. 780. N-719/1 (rus)
 12. *State Archive of St.-Petersburg*. Form 513. List 102. Proc. 5684. Pp. 37.55.76-78.91-92.97-a-99.109-110.113. (rus)
 13. *Georgi I.G.* Pisanie rossiisko-imperatorskogo stolichnogo goroda Sankt-Peterburga i dostopamyatnostei v okrestnostyakh onogo, s planom [Description of the Russian imperial capital city of St.-Petersburg and monuments in the vicinity thereof, with a plan]. St.-Petersburg: League, 1996. 527 p. (rus)
 14. *Bozheryanov I.G.* Nevskii prospekt [Nevsky Avenue]. St.-Petersburg, 1903. Pp. 246–247. (rus)
 15. *Tsylov N.* Atlas trinadtsati chastei Sankg-Pegerburga [Atlas of thirteen parts of Sankt-Petersburg]. St.-Petersburg, 1849. (rus)
 16. *State Archive of St.-Petersburg*. Form 513. List 102. Proc. 5685. Pp. 2–4, 12–15, 21, 75–79, 92–105, 133–134, 145–146. (rus)
 17. *State Archive of St.-Petersburg*. Form 515. List 1. Proc. 9577. (rus)
 18. *Vseobshchaya istoriya arkhitektury* [The general history of architecture], in 12 vol., Moscow, 1969. V. 8. (rus)
 19. *Reimers H.C. von.* Sankt-Peterburg v kontse svoego pervogo stoletiya [Sankt-Petersburg am Ende seines ersten Jahrhunderts, historisch topographisch Beschrieber]. St.-Petersburg: Rosstock, 2007. 526 p. (transl. from Germ.)
 20. *Stolpyansky P.N.* Petergofskaya percpektiva [Peterhof perspective]. St.-Petersburg, 1923. 23 p. (rus)
 21. *Atlas stolichnogo goroda Sankt-Peterburga* [Atlas of the capital city of St.-Petersburg]. St.-Petersburg: GMI, 1798. (rus)
 22. *Kozyreva E.A.* Problemy prisposobleniya ob'ektov kul'turnogo naslediya na primere blizhnikh usad'eb vysshei znati [Problems of adaptation of cultural heritage objects of highest nobility estates] (*Proc. 6th Int. Conf. 'Natural and Cultural Heritage: Interdisciplinary Research Preservation and Development'*). St.-Petersburg, 2017. Pp. 439–441. (rus)
 23. *Kozyreva E.A., Blinova A.K.* Blizhnie usad'by vysshei znati, kak fenomen istoriko-gradostroitel'noi zhizni Sankt-Peterburga, na primere usad'by na Anichkova [Highest nobility

- estates as a phenomenon of historical and town planning in St.-Petersburg]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2018. No. 41. Pp. 48–51. (rus)
24. *Kozyreva E.A.* Blizhnie usad'by vysshei znati, kak fenomen istoriko-gradostroitel'noi zhizni Sankt-Peterburga, na primere usad'by Bestuzheva-Ryumina na Kamennom ostrove [Middle estates of higher nobility as a phenomenon of historical and town planning life in St.-Petersburg on the example of Bestuzhev-Ryumin estate on the Kamenny Island]. *Vestnik. Zodchii. 21 vek*. 2018. Pp. 48–53. (rus)
 25. *Kozyreva E.A.* Blizhnie usad'by vysshei znati Tsarskosel'skogo uezda, kak fenomen istoriko-gradostroitel'noi zhizni Sankt-Peterburga [Highest nobility estate of Tsarskoye Selo uyezd as a phenomenon of historical and town planning in St.-Petersburg]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2018. No. 41. Pp. 51–54. (rus)
 26. *Kozyreva E.A.* Blizhnie usad'by vysshei znati, kak fenomen istoriko-gradostroitel'noi zhizni Sankt-Peterburga, na primere Dvortsovo-parkovogo ansamblya Znamenskoj dachi [Highest nobility as a phenomenon of historical and town planning in St.-Petersburg on the example of the Palace and Park Ensemble of Znamenskaya cottage] (*Proc. Sci. Conf. 'Global Science. Development and Novelty'*). Madrid, 2018. No.7. Pp. 71–75. (rus)

Сведения об авторе

Козырева Екатерина Андреевна, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, ket007@mail.ru

Author Details

Ekaterina A. Kozyreva, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, St.-Petersburg, Russia, ket007@mail.ru

УДК 711.4.01(719)

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-77-85

*А.Ю. НАЗАРОВА,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
НИиПИ «Спецреставрация»*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ СИЛУЭТА ИСТОРИЧЕСКОГО ГОРОДА

Статья посвящена общим вопросам изучения и сохранения силуэта исторического города в контексте анализа исследовательского опыта. На основе фактологического материала определяется комплексность понятия «силуэт города», раскрываются его формообразующие материальные и нематериальные элементы, описываются особенности визуального восприятия силуэта.

Анализ действующего законодательства в аспекте инструментария охраны исторической среды показал перспективность статуса историческое поселение с точки зрения сохранения силуэта, композиции застройки и других средовых характеристик исторического города. Включение силуэта и композиции застройки в предмет охраны исторического поселения может проводиться на основе комплексных исследований. С целью разработки методологии определения ценных силуэтных композиций исторического города выполнен обзор методологии исследования силуэта, сделаны выводы в отношении сложившегося алгоритма изучения данной характеристики среды.

Ключевые слова: градостроительная композиция; историческая среда; силуэт исторического города; силуэтные характеристики застройки; визуальное восприятие; архитектурная доминанта.

Для цитирования: Назарова А.Ю. Теоретические аспекты изучения и сохранения силуэта исторического города // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 77–85.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-77-85

*A.Yu. NAZAROVA,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
OOO NIiPI "Spetsrestavratsiya"*

THEORETICAL ASPECTS OF RESEARCH AND PRESERVATION OF HISTORIC CITY SKYLINE

The paper considers general issues of the study and preservation of the historic city skyline in the context of the research experience analysis. The term *city skyline* is defined by factual information, its structural components, both tangible and intangible, and specific characteristics of the skyline visual perception are described.

The analysis of the current legislation in relation to the protection of the historical environment shows the perspectives of the historical settlements in terms of the skyline preservation, the environmental characteristics of the historic city. In order to develop a methodology for determining the valuable skyline compositions of a historic city, the research methodology is reviewed and conclusions are drawn regarding the current algorithm of studying this environmental characteristic.

Keywords: town-planning composition; historical environment; historic city skyline; housing characteristics; visual perception; landmark.

For citation: Nazarova A.Yu. Teoreticheskie aspekty izucheniya i sokhraneniya silueta istoricheskogo goroda [Theoretical aspects of research and preservation of historic city skyline]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 77–85.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-77-85

Образ городского ландшафта представляет собой многослойный текст, отражающий взаимодействие природного пейзажа, планировочной структуры и застройки с широким пластом смысловых значений. В совокупности элементов, формирующих этот образ, силуэт имеет особое значение. Контурная линия городского пространства на фоне неба быстро считывается наблюдателем, служит ориентиром и информационным ресурсом, обеспечивает узнаваемость конкретного города.

Обращение к исследованию силуэта в архитектуроведении связано с развитием «средового подхода» в градостроительстве в 1970-е гг. и дискуссии об образе города. К образу городского пространства обращались специалисты из разных областей знаний, включая градостроительство, архитектуру, искусствоведение, краеведение, феноменологию, психологию. При изучении визуального образа города применялись различные исследовательские парадигмы.

Категория силуэта относится к комплексным понятиям и включает как материальные, так и нематериальные составляющие. В архитектурно-градостроительных исследованиях А.В. Бунина, М.Г. Кругловой, Н.П. Кудрявцева, Н.Н. Баранова раскрывается пространственная основа силуэта города. По выражению А.В. Бунина, силуэт является элементом градостроительной композиции города, её «вертикальной проекцией» [1]. Восприятие городской структуры осложняется необходимостью единовременного осознания целостной композиции и множества локальных элементов (узлов), узнаваемых в процессе движения по городу. Силуэт, являясь обобщенной средовой характеристикой, аккумулирует впечатления целого и деталей.

Пространственной основой силуэта застройки служит природный ландшафт. Различные типы влияния природных факторов на градостроительную композицию: акцентирование элементов рельефа архитектурными доминантами (принцип подобия), амфитеатральность городской композиции, прямая и обратная пропорциональность высоты акцентов повышению рельефа местности, связь трассировки улиц с ландшафтом – обеспечивают единство формообразующих принципов планировки и застройки города. Наиболее сильный пространственный эффект производит размещение акцентных сооружений в фокусных точках пересечения осей большинства элементов рельефа местности [2].

Выразительность силуэта города определяется типологией архитектурных доминант, соотношениями фоновой застройки к доминантам и композиционной завершенностью панорамных видов. Храмы, колокольни, башни традиционно образуют композиционный каркас исторического города, являются маркерами этапов его градостроительного развития. М.П. Кудрявцев и Г.В. Алферова выделили следующие типы взаимодействия архитектурных доминант в русских городах: цепной с расположением доминант в ряд, центростреми-

тельный (иерархичный) с ярко выраженным центром, подчинившим себе окружающее пространство, рассредоточенный, где отсутствует центр и имеются неподчинённые пространственные фокусы, сосредоточенный – с расположением значительной части доминант в центре [2].

Исследователями психологии восприятия городского образа подчеркивается значительность воздействия контрастной силуэтной линии, что связано с фиксацией наблюдателем нарушения горизонтальных направлений, привычных повседневному миру человека [4].

Механизм формирования и восприятия образа города как семиотического пространства осмыслился К. Линчем, А.Э. Гутновым, В.Л. Глазычевым. Для раскрытия формы городского образа К. Линчем было предложено пять универсальных предметных категорий: пути, районы, границы, узлы, ориентиры. Согласно этой классификации, силуэт относится к границам, очерчивающим пространство, и имеет большое организующее значение [3].

Исследования когнитивного восприятия городского пространства показали, что образ города – в значительной степени продукт сознания человека, «образ памяти» и внутреннее ощущение, которые формируются в сознании наблюдателя как реакция на видимую реальность [4]. Видимые (материальные) элементы служат знаками городских структур, идей, образов, символов города, которые преобразуются в целостную ментальную картину. Такая структура восприятия характерна и для силуэта города, в связи с чем изображение абриса городской застройки на фотографиях отлично от силуэтной характеристики города, визуализируемой в сознании наблюдателя [5].

Изучение силуэта в рамках феноменологического подхода связано с постижением эйдоса и *genius loci* городского пространства. Основы такого подхода были заложены в трудах Д. Лихачева, И.М. Гревса, Н.П. Анциферова, связывавших осмысление души города с изучением истории, осознанием градостроительных идей, пониманием материальных и нематериальных ценностей городского пространства. Д. Лихачев называл небесную линию (*skyline*) с преобладанием горизонталей над вертикалями одной из самых ярких особенностей образа Ленинграда [6]. В работе А.В. Степанова, посвященной вопросам феноменологии архитектуры Петербурга, выражение эйдоса городского пространства прослежено в том числе на примере силуэта застройки города [7].

Зрительное восприятие архитектурно-градостроительной среды анализировалось в специальных исследованиях Г. Мертенса, Е.Л. Беляевой, В.П. Федорова. Наиболее существенное влияние на визуальное восприятие силуэта оказывают условия видимости и свойства оптической системы глаза человека. Зрительные ощущения от восприятия городских пейзажей возникают в процессе движения при смене видовых картин. Опытными исследованиями подтверждено, что четкая видимость отдельного архитектурного сооружения человеком возможна под углом зрения в 18° , восприятие деталей – под углом в 45° , а восприятие сооружения в целом и деталей – под углом в 27° [8]. С целью восприятия целостной градостроительной композиции во всем разнообразии форм и пропорциональных соотношений элементов глаз человека находится в непрерывном движении, скользит по линии контура застройки, задерживаясь на вертикальных акцентах. Для восприятия абриса силуэта города в целом необходим

широкий охват с углом видимости в 7–8°, позволяющий видеть абрис достаточно четко, без значительных искажений [9].

Оптические условия предопределяют дальность реальной видимости силуэта. По мере удаления от наблюдаемого объекта видимость ослабляется, выразительность абриса сглаживается, детали не читаются, наступает предел архитектурного влияния объекта. Согласно А.В. Бунину, оптимальное отдаление, при котором архитектурные доминанты сохраняют свою выразительность как элементы силуэта, составляет от 700–750 до 1500–1700 м [1].

Опыт теоретических и практических исследований в области формирования и восприятия силуэта города позволяет оперировать накопленными знаниями в рамках профессиональной дискуссии по проблеме сохранения культурных ландшафтов исторических городов. На современном этапе понимания ценности историко-градостроительной среды вопросы сохранения исторического силуэта как ценной характеристики городского ландшафта приобрели особую актуальность.

Рост населения и растущие темпы урбанизации исторических городов способствуют преобразованию исторического силуэта городов, появлению новых высотных зданий в структуре городского пространства. Исследователями признается значительное влияние высотных зданий на визуальное восприятие сложившегося архитектурного контекста и силуэта, а также образа города в целом. В то же время в современном понимании образа города высотные здания квалифицируются как воплощение идеи *global city*, образа «города успеха», привлекающего жителей, туристов и новые инвестиции [10].

В этих условиях в научном сообществе обсуждаются не только пути сохранения силуэта, но и современные подходы к проектированию высотных зданий в исторических городах, проводятся оценки воздействия планируемых к строительству зданий и сооружений, определяются параметры, не оказывающие влияния на ценные характеристики исторической среды. Актуальными вопросами являются определение характера взаимодействия новых высотных доминант с историческим центром, поиск баланса между потребностями современности и сохранением исторического образа [11].

Применяемые в настоящее время методические подходы к охране силуэта связаны с сохранением панорамных видов и направлений визуального восприятия. Анализ практического опыта сохранения ценных городских видов на примерах европейских и восточно-азиатских исторических городов показал, что общим принципом в вопросах сохранения ценных видов является ограничение высоты застройки по осям видимости. С этой целью на территории городов Эдинбурга и Ванкувера установлены границы секторов с ограничениями по высоте зданий в пределах лучей видимости. В зависимости от глубины сектора восприятия высотные ограничения изменяются, образуя видовые конусы. В историческом центре Парижа в целях сохранения панорамных видов высотные ограничения установлены в пределах поясов защиты – секторов обзора панорамных и перспективных видов [12].

Общей тенденцией для крупных мегаполисов, характеризующихся высокими темпами экономического роста, является включение высотных зданий в панорамные виды города и изменение структуры визуального восприятия

панорам. Такая ситуация характерна для Ванкувера, Лондона, Стамбула, Варшавы. В этих условиях действующая система градостроительного регулирования Лондона обеспечивает охрану лишь локальных видов на архитектурные доминанты с разных направлений [11].

На территории Российской Федерации требование охраны силуэта и композиции исторической застройки предусмотрено действующим законодательством в сфере охраны объектов культурного наследия. В 2012 г. в Закон № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия» были введены изменения, включающие норму комплексного сохранения историко-градостроительной среды. На территории населенных пунктов, включенных в перечень исторических поселений, подлежат охране ценные средовые характеристики (предмет охраны), в том числе силуэт и композиция застройки, композиционно-видовые связи (панорамы), соотношение природного и созданного человеком окружения¹.

До настоящего времени методические рекомендации в части критериев отнесения видов городского ландшафта к охраняемой характеристике «силуэт застройки», а также требования к охране силуэта и композиции застройки ни на законодательном уровне, ни в документах территориального планирования не утверждены. В связи с этим актуальными исследовательскими задачами становится уточнение понятийного аппарата в части силуэта применительно к видам городского ландшафта, а также определение наиболее ценных силуэтных композиций, подлежащих государственной охране.

Необходимость уточнения понятия «силуэт городской застройки» как предмета охраны исторического поселения обусловлена дифференциацией его смыслового значения применительно к силуэту города в целом и силуэтным характеристикам застройки. В то время как понятие «силуэт города» соотносится с общегородским уровнем и включает наиболее узнаваемые силуэтные композиции, термин «силуэтные характеристики застройки» должен характеризовать локальные композиции и обозначать совокупность наиболее характерных композиционных приемов венчающих частей здания, распространённых для конкретного города и составляющих устойчивой элемент среды.

Выявление городских видов, имеющих наиболее узнаваемый и выразительный силуэт, может проводиться на основе комплексных исследований, включающих историко-градостроительные, натурные и графоаналитические. Историко-градостроительные исследования направлены на определение исторической ценности панорамных видов и визуальных направлений, точек их восприятия, глубины видимости. Критерием исторической ценности силуэтной композиции является аутентичность застройки и планировки, сохранность исторических условий восприятия в системе реальной видимости.

Натурные исследования городского пространства позволяют оценить существующие условия восприятия отдельных архитектурных доминант, последовательно связанных видов и панорам, определить основные визуаль-

¹ Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации от 25.06.2002 № 73-ФЗ. Ст. 59. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (дата обращения: 23.01.2019).

ные направления и точки восприятия наиболее выразительных силуэтных композиций. Выявление таких особенностей имеет особое значение для понимания тех закономерностей построения архитектурно-пространственной композиции города, которые могут быть положены в основу преемственного развития города [13].

Графоаналитические методы могут быть классифицированы как наиболее наглядные способы изучения особенностей исторической объемно-пространственной композиции и силуэта застройки. Применение таких методов позволяет обобщать данные из различных источников, графически отображать принципы пространственной организации города, выполнять аксонометрические реконструкции (воссоздания) утраченных исторических силуэтных композиций [14]. Результаты графоаналитических исследований имеют приоритетное значение с точки зрения определения пространственно-размерных закономерностей городского ландшафта, иерархичности архитектурных доминант, дифференциации различных элементов силуэтных композиций. Методы 3D-моделирования могут служить инструментом оценки структуры визуального восприятия как существующего силуэта, так и проектируемого с учетом включения новых зданий и сооружений [15].

Отображение визуального восприятия силуэта методами архитектурной графики позволяет не только выявить особенности силуэтных композиций, но и выразить эмоциональный аспект восприятия. Так, монохромная графика отвечает задачам исследования форм, объемов, ракурсов восприятия, иерархии структурообразующих элементов. Полихромная графика интерпретирует нематериальную ценность городских видов, освещенность, атмосферу, играет значительную роль в формировании культурной идентичности [16].

К графоаналитическим методам относится метод установления зон композиционного влияния объектов². В основе данного типа исследований лежит графический анализ и фиксация визуальных связей между опорными сооружениями, порядок соподчинения архитектурных вертикалей и зоны композиционного подчинения, определяемые на основе габаритов высотных доминант, пластической выразительности доминант и особенностей природного рельефа.

Учитывая значительную роль нематериальных составляющих (ассоциации) в формировании образа города, исследование силуэта должно также опираться на социокультурные методы. В этом случае в фокусе внимания оказываются социокультурный фон города, его публичное пространство, семиотика городской среды – «текст города». Следует принимать во внимание существование «текста города» как в форме интегрального «иконического» образа, так и в виде множества социально-семантических ситуаций – вариантов интерпретации субъектами восприятия городской среды в целом и ее фрагментов [17]. Тексты и ассоциативные связи, возникающие в процессе повседневных практик, способствуют ощущению причастности исто-

² Методические указания об использовании памятников истории и культуры как градоформирующих факторов при разработке генеральных планов и проектов детальной планировки городов» / утв. Госгражданстроем и Министерством культуры СССР 25 февраля 1986 г. п. 3.4. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030375> (дата обращения: 23.01.2019).

рии, традициям и культурным практикам, эмоциональному переживанию городской среды [18].

Таким образом, накопленный к настоящему времени объем теоретических и практических исследований в отношении силуэта города позволяет использовать сформированный алгоритм исследований для анализа силуэтных композиций конкретных исторических городов в рамках разработки учетной документации предмета охраны исторического поселения и рекомендаций по его сохранению.

В условиях экономического роста исторических городов, сопровождающегося высотным строительством, определение ценности силуэтных композиций (силуэта города) и силуэтных характеристик застройки должно стать основой для разработки требований к сохранению силуэта в документах территориального планирования. Критерии ценности силуэтных композиций определяются их репрезентативностью и региональным своеобразием, композиционной завершенностью, сохранностью материальных и нематериальных компонентов силуэта, историко-культурной ценностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бунин А.В., Круглова М.Г. Архитектурная композиция городов / Акад. архитектуры СССР, Кабинет градостроительства. М. : Изд-во Акад. архитектуры СССР, 1940. 204 с.
2. Федоров А. Образно-символическая система композиции древнерусского города. СПб. : Специальная литература, 1999. 200 с.
3. Линч К. Образ города / сост. А.В. Иконников ; под ред. А.В. Иконникова ; пер. с англ. В.Л. Глазычева. М. : Стройиздат, 1982. 328 с.
4. Гутнов А., Глазычев В.Л. Лицо города // Мир архитектуры. Условия доступа : http://www.glazychev.ru/books/mir_architecture/glava_7 (дата обращения: 02.02.2019).
5. Seda H. Bostanci, Murat Oral. Experimental Approach on the Cognitive Perception of Historical Urban Skyline // ICONARP. International Journal of Architecture and Planning. 2017. December. P. 53–55.
6. Лихачев Д. «Небесная линия» города на Неве. Условия доступа : http://likhachev.lfond.spb.ru/articl100/Russia/nebo_line.pdf (дата обращения: 23.01.2019).
7. Степанов А.В. Феноменология архитектуры Петербурга. СПб. : Арка, 2016. 396 с.
8. Maertens H. Der optische Masstab oder die Theorie und Praxis des aesthetischen sehens In den bildenden Künsten. Berlin, 1884.
9. Беляева Е.Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. М. : Стройиздат, 1977. 127 с.
10. Camprag N. Frankfurt and Rotterdam: Skylines as Embodiment of a global city // CTBUH Journal. 2015. I. I.
11. Makaklı Elif Süyük, Özker Serpil. High rise building in historic cities // The Online Journal of Science and Technology. 2017. April. V. 7. I. 2. P. 60–67.
12. Karaga K. Urban skyline planning strategy. Case study. London, 2014–2015. Условия доступа : http://www.academia.edu/22759923/Urban_skyline_planning_strategy_analysis_Case_study_London (дата обращения: 21.01.2019).
13. Никифоров А.А. О критериях историко-культурной ценности исторических поселений // Культура: управление, экономика, право. 2016. № 2. Из информационного банка Юридическая пресса. Условия доступа : <http://www.consultant.ru/cons/> (дата обращения: 03.03.2019).
14. Кишик Ю.Н. Графоаналитические методы исследований градостроительных систем (на примере средневекового белорусского города) // Наука и техника. 2013. № 4. С. 57–62.
15. Kowalczyk R., Skrzypczak J., Olenski W. Politics, History, and height in Warsaw's skyline // CTBUH Journal. 2013. I. III. P. 32–37.

16. *Chiavoni Emanuela*. Rome and Its Domes: Drawing, Art and Architecture // *Periodica Polytechnica Architecture*. 2018. 49(1). P. 72–76.
17. *Пирогов С.В.* Контуры визуальных исследований города // *Вестник Томского государственного университета*. 2013. № 376. С. 59–63.
18. *Сосновская А.М., Михайлов А.В., Орлова О.Ю.* Нематериальное наследия и идентичность молодежи Санкт-Петербурга // *Управленческое консультирование*. 2018. № 2. С. 88–99.

REFERENCES

1. *Bunin A.V. Kruglova M.G.* Arkhitekturnaya kompozitsiya gorodov [Architectural composition of cities]. Moscow: Izd-vo Akad. arkhitektury SSSR, 1940. 204 p. (rus)
2. *Fedorov A.* Obrazno-simvolicheskaya sistema kompozitsii drevnerusskogo goroda [The image-symbolic system of composition of old Russian city]. St.-Petersburg: Spetsial'naya literatura, 1999. 200 p. (rus)
3. *Lynch K.* Obraz goroda [The image of the city]. A.V. Ikonnikov, Ed. Moscow: Stroizdat, 1982. 328 p. (transl. from Engl.)
4. *Gutnov A., Glazychev V.L.* Litso goroda [City face]. Available: www.glazychev.ru/books/mir_architecture/glava_7/ (accessed February 2, 2019) (rus)
5. *Seda H. Bostanci, Murat Oral.* Experimental approach on the cognitive perception of historical urban skyline. *International Journal of Architecture and Planning*. 2017. Pp. 53–55.
6. *Likhachev D.* Nebesnaya liniya goroda na Neve [Heavenly line of the city on the Neva]. Available: http://likhachev.lfond.spb.ru/articl100/Russia/nebo_line.pdf. (accessed January 23, 2019). (rus)
7. *Stepanov A.V.* Fenomenologiya arkhitektury Peterburga [Phenomenology of Petersburg architecture]. St.-Petersburg: Arka, 2016. 396 p. (rus)
8. *Maertens H.* Der optische Masstab oder die Theorie und Praxis des asthetischen sehens in den bildenden Künsten. Berlin, 1884.
9. *Belyaeva E.L.* Arkhitekturno-prostranstvennaya sreda goroda kak ob'ekt zritel'nogo vospriyatiya [Architectural and spatial environment of the city as an object of visual perception]. Moscow: Stroizdat, 1977. 127 p. (rus)
10. *Camprag N.* Frankfurt and Rotterdam: skylines as embodiment of a global city. *CTBUH Journal*. 2015. No. 1.
11. *Makaklı Elif Süyük, Serpil Özker.* High rise building in historic cities. *The Online Journal of Science and Technology*. 2017. V. 7. No. 2. Pp. 60–67.
12. *Karaga K.* Urban skyline planning strategy. Case study. London. 2014-2015 Available: www.academia.edu/22759923/Urban_skyline_planning_strategy_analysis_Case_study_London (accessed January 21, 2019).
13. *Nikiforov A.A.* O kriteriyakh istoriko-kul'turnoi tsennosti istoricheskikh poselenii [Criteria of historical and cultural value of historical settlements]. *Kul'tura: upravlenie, ekonomika, pravo*. 2016. No. 2. Available: www.consultant.ru/cons/ (accessed March 3, 2019). (rus)
14. *Kishik Yu.N.* Grafoanaliticheskie metody issledovaniy gradostroitel'nykh sistem (na primere srednevekovogo belorusskogo goroda) [Graphoanalytical methods of research of urban planning systems (on the example of a medieval Belarusian city)]. *Nauka i tekhnika*. V. 4. 2013. Pp. 57–62. (rus)
15. *Kowalczyk R., Skrzypczak J., Olenski W.* Politics, history, and height in Warsaw's skyline. *CTBUH Journal*. 2013. No. 3.
16. *Chiavoni Emanuela*. Rome and its domes: drawing, art and architecture. *Periodica Polytechnica Architecture*. 2018. V. 49 (1). Pp. 72–76.
17. *Pirogov S.V.* Kontury vizual'nykh issledovaniy goroda [Outlines of city visual studies]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013. No. 376. Pp. 59–63. (rus)
18. *Sosnovskaya A.M., Mikhailov A.V., Orlova O.Yu.* Nematerial'noe naslediya i identichnost' molodezhi Sankt-Peteburga [Intangible heritage and youth identity of St.-Petersburg]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*. 2018. V. 2. Pp. 88–99. (rus)

Сведения об авторе

Назарова Анна Юрьевна, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4; руководитель отдела, НИиПИ «Спецреставрация», 195299, г. Санкт-Петербург, ул. Киришская, 2, лит. А, ч. пом. 4Н 38,2, e-mail: zoloto-reyna@yandex.ru

Author Details

Anna Yu. Nazarova, Research Assistant, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., 190005, St.-Petersburg, Russia; OOO 'NIiPI Spetsrestavratsiya', 2A-4-N 38,2, Kirishskaya Str., 195299, St.-Petersburg, Russia, zoloto-reyna@yandex.ru

УДК 728.3 (728.991)

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-86-98

*С.А. ТЕРЕШИНА,**Академия архитектуры и искусств Южного федерального университета*

СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЖИЛИЩА НА ТЕРРИТОРИЯХ ДАЧ И САДОВОДСТВ (НА ПРИМЕРЕ РОСТОВА-НА-ДОНУ)

Предложена классификация построек на территориях дач и садоводств, позволяющая систематизировать объемно-пространственные и архитектурно-планировочные решения для дальнейшего поиска оптимальных моделей жилища в этих планировочных зонах города.

Цель работы – составить архитектурно-типологическую классификацию построек на территориях дач и садоводств в городской черте на примере Ростова-на-Дону; выявить типологические характеристики на следующих пространственных уровнях: садоводство, участок, дом; отметить современные архитектурные тенденции малоэтажного домостроения на территориях дач и садоводств.

Методологической основой исследования взят системный подход, который позволяет осмыслить характер, эволюцию и перспективы развития типологической структуры построек.

Методика исследования включает: систематизацию нормативной и научной литературы по данной тематике; натурное обследование архитектуры жилищ дач и садоводств в разные сезоны года с фотофиксацией существующих, реконструируемых и новых строящихся построек в городских границах Ростова-на-Дону; интервьюирование владельцев дач; графоаналитическое исследование архивных, проектных, кадастровых и картографических данных с использованием поисковых систем интернета Yandex, Google и Wikimapia о границах, площадях, количестве и аэрофотосъемке объектов исследования; графическое построение диаграмм, планировочных схем и пространственных изображений выполнено при помощи программ Excel, ArchiCAD, SketchUP.

Результаты и новизна заключаются в том, что на основании анализа и фактологических данных составлены классификации типов жилых домов, отражена динамика трансформации архитектурно-типологической структуры садового дачного жилища в Ростове-на-Дону, определены тенденции в области проектирования, строительства и необходимые критерии качества жилой среды.

Ключевые слова: архитектурно-типологическая структура; садовый дом; архитектурно-планировочное и объемно-пространственное решение; функциональное зонирование жилища; Ростов-на-Дону.

Для цитирования: Терешина С.А. Современная архитектурно-типологическая структура жилища на территориях дач и садоводств (на примере Ростова-на-Дону) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 86–98.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-86-98

*S.A. TERESHINA,**The Academy of Architecture and Arts, Southern Federal University*

MODERN ARCHITECTURE AND TYPOLOGY OF SUMMER COTTAGES (ON THE EXAMPLE OF ROSTOV-ON-DON)

The proposed classification of houses in the territories of cottages and gardening allow to systematize the spatial and architectural and planning for the further search for optimum house models. **The purpose of the work** is to develop the architectural and typological classification of summer cottages within the city on the example of Rostov-on-Don; identify typological

characteristics at the following spatial levels: gardening, plot, house; to identify the modern architectural trends of low-rise housing in the territories of gardening. **Methodological approach** is a systems approach that makes it possible to comprehend the character, evolution, and development prospects of the typological structure of buildings. **Research methodology** includes: systematization of regulatory and scientific literature in the field; field surveys of dacha architecture in different seasons, with photographs of existing, reconstructed and new buildings under construction in the Rostov-on-Don city borders; interviewing dacha owners; graph-analytic study of archival, design, cadastral and cartographic data using Yandex, Google and Wikimapia Internet search systems at the boundaries, areas, quantities and aerial surveys of the objects of study; construction of diagrams, planning schemes and spatial images performed in Excel, ArchiCAD, SketchUP. **Results and novelty:** based on the analysis and factual data, classifications of the house types are carried out, the dynamics of transformation of the architectural and typological structure of dachas in Rostov-on-Don are reflected, trends in design, construction and the quality criteria for the living environment.

Keywords: architectural and typological structure; garden house; architectural and spatial solution; functional zoning; Rostov-on-Don.

For citation: Tereshina S.A. Sovremennaya arkhitekturno-tipologicheskaya struktura zhilishcha na territoriyakh dach i sadovodstv (na primere Rostova-na-Donu [Modern architecture and typology of summer cottages (on the example of Rostov-on-Don)]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 86–98. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-86-98

Введение

Материал статьи представляет собой часть научного исследования, в которой отдельно анализируются жилища дач и садоводств в границах г. Ростова-на-Дону (рис. 1) [9].

Сегодня в отношении архитектуры границы между дачным и садовым строительством размыты. Отличия касаются, прежде всего, назначения участка. Однако разведем понятия «дачное некоммерческое товарищество» (ДНТ) и «садоводческое некоммерческое товарищество» (СНТ).

В первую очередь ДНТ предназначено для отдыха, рекреации и строительства и только во вторую – для ведения личного приусадебного хозяйства. Для участков, относящихся к СНТ, основным назначением является именно садоводство и огородничество. Однако на сегодняшний день отличия в архитектурной организации дачных и садовых участков мало заметны.

В Ростове-на-Дону наряду с обширным частным жилищным сектором и высотной жилой застройкой интенсивно развивается садово-дачное строительство. Как уже ранее было установлено, садоводства и дачи в Ростове-на-Дону занимают 2,6 % городских земель, что составляет 920 га (рис. 1, 2). Количественно ДП, СТ и СНТ составляют 109 объединений [Там же].

В настоящее время садоводческое товарищество в среднем включает в себя около 300 земельных участков. Средние размеры земельных участков в объединениях колеблются в пределах: от 2,2 до 10–12 соток (0,02–0,12 га).

Объектом исследования выступают жилые постройки на участках садоводств и дач Ростова-на-Дону, выборка которых производилась согласно установленным критериям классификации из территорий, изученных натурными методами.



Рис. 1. Схема Ростова-на-Дону с наименованием районов

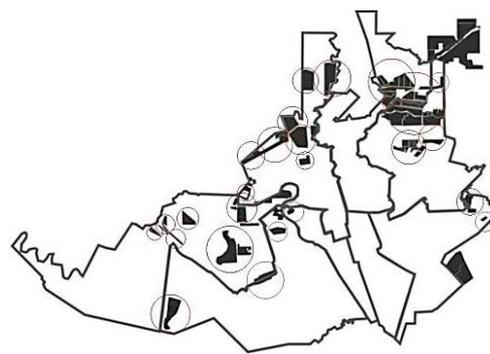


Рис. 2. Схема Ростова-на-Дону с выделенными зонами садоводств и дач

По градостроительному положению различают зоны садоводств и дач:

- 1) в границах города;
- 2) вне границ города.

Анализ наиболее характерных черт садово-дачной архитектуры в границах города в различных градостроительных и архитектурных контекстах позволил разработать следующие типологические классификации на основных пространственных уровнях.

Уровень садоводства

По принципам планировочного формирования зон садоводств и дач:

- группами;
- отдельно;

В Ростове-на-Дону преобладают садоводческие товарищества, примыкающие друг к другу. Они образуют группы или скопления в составе от 3 до 10 садоводств. При этом физические границы между объединениями не всегда прослеживаются (рис. 2). Сгруппированные садоводства в городской черте составляют 95 % (рис. 3). Преимущества такого планировочного формирования состоят в возможности совершенствовать систему проездов при помощи кольцевой объездной дороги и устранения тупиковых улиц. К числу недостатков такой системы можно отнести неравномерность подключения необходимого состава инженерных сетей и коммуникаций, явную социально-экономическую дифференциацию.

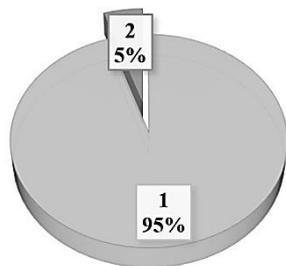


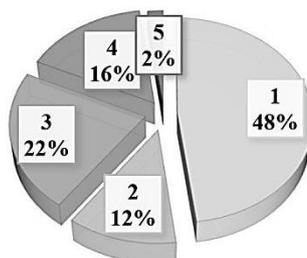
Рис. 3. Садоводство в городской черте:
1 – группами; 2 – отдельно

По размещению в структуре города (рис. 4):

- вдоль автомагистралей с общественным муниципальным транспортом;
- близ рек, лесных массивов;
- в условиях ярко выраженного рельефа;
- близ частного жилого сектора;
- у многоэтажной жилой застройки.

Рис. 4. Уровень садоводства по размещению в структуре города:

1 – вдоль автомагистралей с общественным муниципальным транспортом; 2 – близ рек, зеленых массивов; 3 – в условиях ярко выраженного рельефа; 4 – близ частного жилого сектора; 5 – у многоэтажной жилой застройки

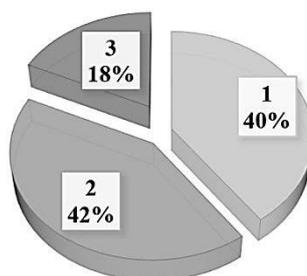


По степени развитости улично-дорожной сети (рис. 5):

- с развитой улично-дорожной структурой;
- с возможностью проезда;
- только пешеходные.

Рис. 5. Размещение товариществ по степени развитости улично-дорожной сети:

1 – с развитой улично-дорожной структурой; 2 – с возможностью проезда; 3 – только пешеходные



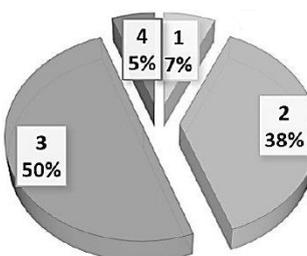
По типу инженерной инфраструктуры и коммуникаций (рис. 6).

Этот критерий характеризует подключение территорий садоводств к центральным сетям и состав инженерных и коммуникационных систем:

- центральные;
- частично-центральные;
- автономные (на уровне садоводства);
- автономные (индивидуальные).

Рис. 6. Размещение товариществ по типу инженерной инфраструктуры и коммуникаций:

1 – центральные; 2 – частично-центральные; 3 – автономные (на уровне садоводства); 4 – автономные (индивидуальные)



По функциональной организации инфраструктуры товариществ (рис. 7):

- с зонами общего пользования;
- с дополнительными функциональными зонами, помимо зон общего пользования;
- без дополнительных функциональных зон, в том числе общего и досугового пользования.

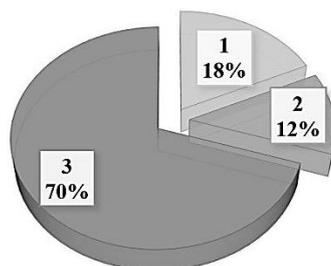


Рис. 7. Размещение по функциональной организации инфраструктуры товариществ: 1 – с зонами общего пользования; 2 – с дополнительными функциональными зонами, помимо зон общего пользования; 3 – без дополнительных функциональных зон, в том числе общего и досугового пользования

По уровню безопасности (рис. 8):

- открытые;
- закрытые;
- открыто-закрытые.

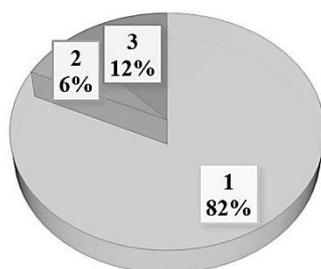


Рис. 8. Размещение товариществ по уровню безопасности: 1 – открытые; 2 – закрытые; 3 – открыто-закрытые

Уровень участка

Выбор конкретных участков в товариществах обусловлен целью изучения архитектуры садоводств во всех районах города и опирается на вышеперечисленные градостроительные и архитектурные контексты. Из составленного нами реестра выделим характерные садоводства (рис. 9).

«Повсеместное строительство дач, садовых домиков жителями крупных городов является естественной реакцией на неудовлетворительные рекреационно-оздоровительные качества многоэтажного жилища» [3, с. 9–10].

Развитие архитектуры в садоводствах связано, во-первых, со снятием ряда ограничений в области строительства и эксплуатации и, во-вторых, с отсутствием необходимости проектной документации и разрешения на строительство. В связи с чем, наряду с типовыми решениями первого этапа развития садоводств, сегодня появляются оригинальные архитектурно-планировочные и объемно-пространственные решения [5–7].

Архитектурно-типологическая структура современного дачного жилища крайне индивидуализирована, отражает его предназначение, указывает на характер проживания и многие другие особенности. Вместе с тем в предлагаемых классификациях отобраны устойчивые типы, характерные для данного региона.

Анализ обследованных построек садоводств в разных районах города позволяет выявить типологические характеристики, отметить современные тенденции дачного строительства (рис. 10).



Рис. 9. Схема Ворошиловского р-на с выделенными территориями СНТ и ДНТ, их наименованиями и панорамными фотоиллюстрациями (желтым цветом отмечены территории реорганизации садоводств в жилые зоны)



Рис. 10. Типы домов в СНТ «Дружба», «Донстрой», «Бытовик» в Железнодорожном р-не; ДНТ «Ириния» в Пролетарском р-не (май – август 2018 г.)

Как правило, дачная архитектура формируется непрофессионально, самими владельцами участков. «Дачники предпочитают самостоятельно придумать свой будущий загородный дом, обычно они сами разрабатывают эскизы, используя при этом аналоги, обсуждают эскизы в кругу семьи и друзей» [6, с. 168].

Основываясь на принципах типологии архитектуры жилых зданий в исследованиях К.К. Карташевой, В.М. Молчанова, С.Б. Поморова [6–8], предлагаем классифицировать застройку садовых участков по следующим критериям:

По структуре застройки участка (рис. 11):

- застроенный одним зданием;
- застроенный несколькими постройками с коридорами-связями;
- участок как комплекс построек;
- блокированные постройки на размежеванном /сдвоенном участке(ах);
- смешанная.

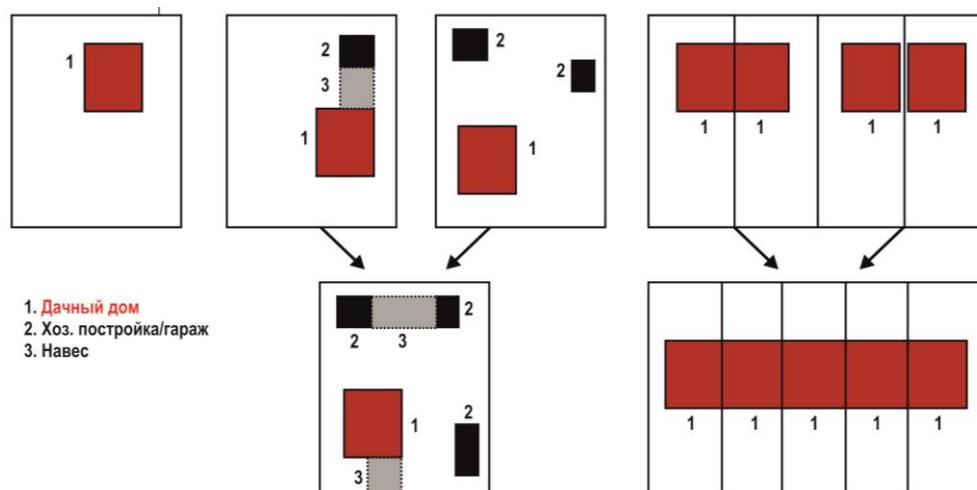


Рис. 11. Классификация по структуре застройки участка

По способу размещения построек к границам участка:

- дом и хозяйственные строения в глубине участка;
- одна из стен дома или строения по границе;
- застройка углом;
- застройка по трем сторонам;
- линейная или со «сдвигом» застройка совместных участков.

Уровень жилой дом

На уровне формирования жилого дома рассмотрим классификации, характеризующие планировочные, объемно-пространственные и инженерно-конструктивные решения.

По конфигурации дома в плане:

- простые: квадратные, прямоугольные;
- сложные: крестообразные, с пристройкой, шестигранные, круглые [1].

По площади застройки:

- малые, с площадью застройки около 25 м²;
- средние, с площадью застройки 50–100 м²;
- большие, с площадью застройки 150–200 м² [2, 4].

По этажности:

- одноэтажные;
- одноэтажные с мансардой;
- двухэтажные;
- двухэтажные с мансардой;
- трехэтажные;
- четырех- и пятиэтажные;
- с переменной этажностью.

Анализ большого количество примеров застройки садовых участков позволил выявить планировочные элементы жилого дома:

- входная часть: тамбур, прихожая, холл;
- жилые помещения общесемейного пользования: столовая, гостиная, столовая-гостиная, общая комната, общесемейная комната;
- жилые помещения личного пользования: спальня на 1 человека, спальня на 2 человек, спальня на 2 человек (детская), жилая комната, кабинет;
- кухонный блок: кухня-ниша, рабочая кухня, кухня-столовая, кухня-столовая-гостиная;
- санитарно-гигиенические помещения: уборная, гостевой санузел, ванная;
- совмещённый санузел, отдельный санузел;
- блок здоровья: сауна-ванная, уборная, терраса, тренажёрный зал, бассейн;
- открытые помещения: французский балкон, балкон, лоджия, терраса, патио;
- блок хранения: встроенный шкаф, кладовая, гардеробная комната, хозяйственное помещение, погреб, подвал, хранение инвентаря.

Характеристика состава помещений зависит от площади и этажности дома [1, 4]. Эргономичность планировочного решения характеризует простота, компактность, короткие и удобные функциональные связи. Малые по размеру постройки формируются ограниченным набором помещений. В структуре таких домов обычно отсутствуют подсобные и хозяйственные помещения. Основой объёмно-пространственной структуры дома является функционально-технологический процесс, который в зависимости от площади и этажности распределяется, как правило, следующим образом:

- зоны общесемейного и личного пользования полностью разделены по горизонтали;
- зоны общесемейного и личного пользования частично разделены по вертикали;
- зоны общесемейного и личного пользования полностью разделены по вертикали.

По форме и типу крыши (рис. 12):

На выбор конструкции и типа крыши влияют несколько факторов: функциональная организация дома, планировка, этажность, ориентация по сторонам света и технико-экономические возможности. В практике строительства наибо-

лее часто применяют следующие типы, показанные на рис. 12. На схеме первые два ряда типов крыш наиболее часто применяются в малоэтажном строительстве: двускатная и мансардная, или с изломом крыши. В истории развития садоводческого дачного строительства мансардная крыша стала образом садоводческой застройки второй половины XX в. (рис. 12, вид 2).

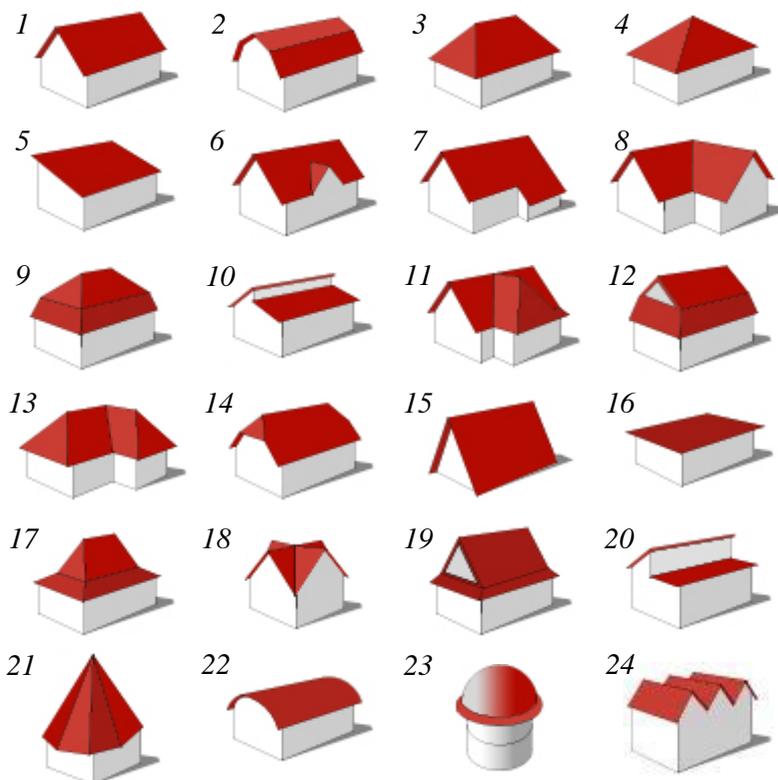


Рис. 12. Типы крыш, применяемые в малоэтажном дачном строительстве:
 1 – двускатная; 2 – мансардная люманая кровля; 3 – вальмовая 4-скатная; 4 – 4-скатная шатровая кровля; 5 – односкатная; 6 – двускатная с эркером; 7 – двускатная с пристройкой; 8 – двускатная комбинированная; 9 – мансардная вальмовая; 10 – односкатная комбинированная; 11 – двускатная с пристройкой; 12 – полумансардная; 13 – вальмовая комбинированная; 14 – шатровая вальмовая; 15 – щипцовая; 16 – плоская; 17 – мансардная полувальмовая; 18 – крестообразная; 19 – полувальмовая; 20 – смешанная; 21 – шпильобразная; 22 – тоннельного типа саодчатая; 23 – купольная; 24 – многощипцовая

Следующие изображения крыш представляют собой комбинированные решения: дублирование одних типов крыш и объединение разных, таких как мансардная и вальмовая, шатровая и вальмовая и др. На современном этапе встречаются смешанные крыши, когда объединяются в одном жилом здании скатная и плоская (рис. 12, вид 20), сводчатая и многощипцовая.

В практике строительства нередко комбинации перечисленных объемно-пространственных и функционально-планировочных решений (рис. 13, 14).



Рис. 13. Примеры дачных домов в Советском, Ворошиловском и Октябрьском районах Ростова-на-Дону

№ п/п	Место	Структура и схема участка	Тип дома и планировочное решение	Объем основного строения
1	Ростов-на-Дону Первомайский р-н СНТ "РСМ-Товарищ" ул. Ракитная	Компактная сквозная 1. Дачный дом 2. Туалет 	Одноквартирный 1 эт. 	
2	Ростов-на-Дону Первомайский р-н СНТ "Садовый" ул. Пейзажная	Разделенный участок компактная 1. Дачный дом	Одноквартирный 2-эт. Тамбур Бойлерная Кухня-гостиная Холл Кабинет Постирочная Спальня Холл Спальня Кладовая 	
3	Ростов-на-Дону Первомайский р-н СТ "Кирпичник" пер. Танаисский	Диагональная 1. Дом 2. Хоз. постройка 3. Пергола-навес	Одноквартирный 1 эт. Кухня Служ. Тамбур Гостиная Спальня 	

Рис. 14. Примеры дачных домов в Первомайском р-не Ростова-на-Дону:
1 – садовый домик щитовой (1968), 1 этаж; 2 – размежеванный участок, застройка 4 дома в 2 этажа, по фасадам кирпичная кладка; 3 – дом (1972) в 1,5 этажа по фасаду кладка камнем, мансарда, обшивка деревом

По виду несущего остова:

- стеновой несущий остов;
- каркасный несущий остов;
- комбинированный несущий остов (неполный каркас).

Необходимость выбора конкретного несущего остова дома обусловлена функциональными, архитектурными и технико-экономическими факторами.

По материалу:

- штучно-блочное (кирпич, камень, блок);
- листовое и щитовое;
- деревянное.

Выбор материала стен зависит от выбора несущего остова, архитектурно-планировочного решения, стилового решения, технологических и экономических условий и сроков строительства.

Более того, деревянное строительство на юге снова набирает обороты, «...на сегодняшний день работает много компаний, оказывающих профессиональные услуги по строительству быстровозводимых дачных и садовых домов из древесных материалов по типовым проектам, которые при необходимости могут быть адаптированы с учетом пожеланий заказчика» [8, с. 66].

Заключение

Анализ типологии жилых построек на территориях садоводств и дач в городских границах Ростова-на-Дону позволил выявить современную тенденцию, которая состоит в проектировании и строительстве домов для постоянного проживания. Вследствие этого дачные территории являются в большей степени жилыми, нежели рекреационными или сезонными.

Комплексное обследование жилой застройки на садоводческих территориях Ростова-на-Дону позволило составить архитектурно-типологические классификации на следующих трех пространственных уровнях: садоводство, участок, жилой дом.

На уровне садоводства доминирует принцип плотной группировки товариществ в городе. По размещению в структуре города количественно преобладают садоводства, расположенные вдоль магистралей с остановками общественного транспорта. Значительная часть садовых кооперативов сформировалась близ частного жилого сектора, откуда нередко перенимаются архитектурные тенденции.

Отличительной особенностью функционально-планировочной организации ряда садоводств является наличие организованной по инициативе самих дачников территории общего пользования в виде детских площадок, зон спортивного уличного инвентаря, досуговых площадок.

Наиболее острым вопросом для множества садоводств остается степень развитости улично-дорожной сети и инженерной инфраструктуры. Однако за последние десятилетия тенденции к автономности, устойчивости и учет экологии в проектировании и строительстве решают ряд сложностей, связанных с инженерно-коммуникационным обеспечением дома.

Условия безопасности садоводств также претерпевают изменения: появляются частично закрытые зоны или устанавливается система видеонаблюдения и слежения, но в большинстве своём они ещё открытые.

На уровне участка преобладает прямоугольная форма границ, узкой стороной к въезду, площадью от 4 до 12 соток. Характерным принципом застройки остается комплекс построек, что составляет 82 % участков. Наиболее часто встречаются следующие принципы: дом и хозяйственные строения – в глубине участка; одна из стен дома или строения – по границе.

На уровне дома доминируют простые в плане здания с пристройкой, площадь застройки средних размеров – 50–100 кв. м, в два-три этажа с мансардой. Группа малых домов представляет собой остаточное явление, постройки 1960–1980-х гг.

По функционально-планировочной организации для дачного садового дома характерно увеличение подсобной и хозяйственной зон (помещения хранения, подвальные и полуподвальные этажи). Зоны общесемейного и личного пользования, как правило, разделены либо полностью по горизонтали при одноэтажном решении, либо по вертикали для двух и более этажей.

В некоторых случаях в числе особенностей как освоения новых свободных территорий, так и реконструкции в границах существующего садоводства следует отметить включение малоэтажного жилого комплекса – это жилой массив с числом домов более пяти, построенный в рамках общего генерального плана, имеющий общую социальную и инженерную инфраструктуру, единую службу управления и обслуживания.

Анализ архитектурно-типологической структуры современных домов на территориях дачного и садоводческого строительства выявил следующее: наряду с индивидуальным многоквартирным строительством набирает обороты блокированная застройка от двух- до семиквартирных домов. Это явление указывает на развитие территорий садоводств в зоны, пригодные для постоянного проживания. В связи с этим возникает необходимость разработки архитектурных и градостроительных научно обоснованных проектных предложений.

Таким образом, предлагаемая классификация позволяет отразить дифференциацию жилых построек в садоводствах на трех пространственных уровнях: садоводство – участок – дом. Вместе с тем можно отметить, что на современном этапе архитектурно-типологические особенности жилищ в большей степени зависят от критериев на уровне «участка» и «дома», нежели на уровне «садоводства». Это обусловлено развитием автономных инженерных систем, появлением новых материалов и технологий строительства. Данная классификация позволяет выявить архитектурно-типологические характеристики жилища на исследуемых территориях, сформировать требования к объемно-пространственным, функционально-планировочным решениям жилых построек на территориях дачного и садоводческого строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицян М.В., Пронина Е.С. Паиковский В.Л., Петунина З.В. и др. Архитектурное проектирование жилых зданий. М. : Архитектура-С, 2010. 488 с.
2. Мержанов Б.М. О типологии жилища // Жилищное строительство. 2001. № 12. С. 3–7.
3. Молчанов В.М. Развитие рекреационно-оздоровительного комплекса массового городского жилища : автореф. дис... канд. архит.: 18.00.01. М., 1987. 28 с.
4. Молчанов В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий. Ростов н/Д : Феникс, 2003. 240 с.

5. *Поморов С.Б.* Второе жилище горожан или дом на природе. Урбоэкологические аспекты эволюции городского жилища. Новосибирск : Изд-во НГАХА, 2004. 472 с.
6. *Поморов С.Б.* Второе жилище горожан компенсационного типа : дис. ... докт. архит. М., 2005.
7. *Поморов С.Б.* Второе жилище, или размышления после научного отчета // Архитектон: известия вузов. Архитектурная практика. 2012. Октябрь. № 39. Приложение.
8. *Самолькина Е.Г.* Типовые объемно-планировочные решения малоэтажных жилых домов // Великие реки 2014 : тез. докл. Междунар. науч.-промышл. форума: в 3 т. Т. 3 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. Н. Новгород, 2014. С. 161–164.
9. *Терешина С.А., Молчанов В.М.* Архитектурно-планировочные особенности развития жилища на территориях, предназначенных для дачного и садоводческого строительства (на примере Новосибирска и Ростова-на-Дону) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 3. С. 86–99. Условия доступа : <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2018-20-3-86-99> (дата обращения: 8.10.2018).

REFERENCES

1. *Lisitsian M.V., Pronina E.S., Pashkovsky V.L., Petunina Z.V., et al.* Arkhitekturnoe proektirovanie zhilykh zdaniy [Architectural design of residential buildings]. Moscow: Arkhitektura-S, 2010. 488 p. (rus)
2. *Merzhanov B.M.*, О типологии жилища [Typology of dwellings]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2001. No. 12. Pp. 3–7. (rus)
3. *Molchanov V.M.* Razvitie rekreatsionno-ozdorovitel'nogo kompleksa massovogo gorodskogo zhilishcha Avtoreferat diss. ... kand.arkh [The development of recreational complex of mass urban dwelling. PhD Abstract]. Moscow: MARKhI Publ., 1987. 23 p. (rus)
4. *Molchanov V.M.* Razvitie rekreatsionno-ozdorovitel'nogo kompleksa massovogo gorodskogo zhilishcha Avtoreferat diss. ...kand.arkh [The development of recreational complex of mass urban dwelling. PhD Thesis]. Moscow: MARKhI Publ., 1987. 23 p. (rus)
5. *Pomorov S.B.* Vtoroe zhilishche gorozhan ili dom na prirode. Urboekologicheskie aspekty evolyutsii gorodskogo zhilishcha [The second dwelling of townspeople or house on nature. Urban aspects of dwelling]. Novosibirsk: NGAkHA Publ., 2004. 472 p. (rus)
6. *Pomorov S.B.* Vtoroe zhilishche gorozhan kompensatsionnogo tipa: diss. ... dok. arkhitektury [The second housing of citizens of compensatory type. DSc Thesis]. Moscow, 2005. (rus)
7. *Pomorov S.B.* Vtoroe zhilishche, ili razmyshleniya posle nauchnogo otcheta [Second dwelling or reflections after scientific report]. *Arkhitekton: izvestiya vuzov*. 2012. No. 39. (rus)
8. *Samolkina E.G., Smolkin E.G.* Tipovye ob'emno-planirovochnye resheniya maloetazhnykh zhilykh domov [Space-planning solutions for low-rise residential buildings]. In: Velikie reki 2014: tez. dokl. mezhdunar. nauch.-promyshl. Foruma (*Proc. 18th Int. Sci. Forum 'Great Rivers 2016'*). Novgorod, 2014. Pp. 161–164. (rus)
9. *Tereshina S.A., Molchanov V.M.* Arkhitekturno-planirovochnye osobennosti razvitiya zhilishcha na territoriyakh, prednaznachennykh dlya dachnogo i sadovodcheskogo stroitel'stva (na primere Novosibirsk i Rostova-Na-Donu) [Architecture of country-side houses (Novosibirsk and Rostov-on-Don case studies)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2018. V. 3. No. 3. Pp. 86–99. (rus)

Сведения об авторе

Терешина Светлана Анатольевна, аспирант, Академия архитектура и искусств Южного федерального университета, 344082, г. Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 75, tereshina.sveta@mail.ru

Author Details

Svetlana A. Tereshina, Research Assistant, The Academy of Architecture and Arts, Southern Federal University, 39, Budennovskii Ave., 344082, Rostov-on-Don, Russia, tereshina.sveta@mail.ru

УДК 726.03

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-99-111

*Т.Н. МАНОНИНА, А.А. САМСОНОВА,
Томский государственный архитектурно-строительный университет*

КУЛЬТОВАЯ АРХИТЕКТУРА ИУДАИЗМА В СИБИРИ: СИНАГОГА Г. МАРИИНСКА

В статье рассматривается синагога г. Мариинска – памятник архитектуры регионального значения. Здание синагоги является ярким представителем архитектуры иудейских культовых сооружений в застройке городов Западной Сибири. Показана историческая ретроспектива развития Мариинска, даны статистические сведения о национальном составе населения в период с середины XIX до начала XX в. Освещено участие еврейского купечества в самоуправлении города, отмечены вклад в развитие промышленности и торговли, благотворительная деятельность диаспоры. Подробно прослежена история строительства здания иудейской синагоги. Приведены исторические факты, характеризующие процесс проектирования синагоги, перестройки и дальнейшей эксплуатации здания. Охарактеризован архитектурный проект мариинской синагоги, представлены графическая реконструкция и архитектуроведческий анализ этого сооружения. Отмечена особая историческая, архитектурная и градостроительная ценность здания иудейской синагоги среди сохранившихся культовых сооружений. В статье представлены правовые положения из Полного собрания законов Российской империи, регламентирующие строительство синагог и их расположение в застройке городских кварталов. Рассмотрены статистические сведения комитета статистики Министерства внутренних дел о числе зданий синагог в губерниях дореволюционной Европейской России и в некоторых городах, расположенных на территории Сибири. Используются новые архивные материалы, выявленные в государственных архивах Томской и Кемеровской областей, иконографический материал из фондов Томского областного и Мариинского городского краеведческих музеев. Определён список научных работ исследователей по тематике синагогальной архитектуры. Материалы статьи могут быть полезны как для архитекторов, так и для историков, изучающих культовые постройки разных конфессий.

Ключевые слова: Мариинск; Западная Сибирь; архитектура; культовое зодчество; синагоги в сибирских городах; иудейская синагога; еврейский молитвенный дом; проект мариинской синагоги; академическая эклектика; графическая реконструкция; еврейское купечество; диаспора.

Для цитирования: Манонина Т.Н., Самсонова А.А. Культурная архитектура иудаизма в Сибири: синагога г. Мариинска // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 99–111.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-99-111

*T.N. MANONINA, A.A. SAMSONOVA,
Tomsk State University of Architecture and Building*

CULTURAL ARCHITECTURE OF JUDAISM IN SIBERIA: SYNAGOGUE OF MARIINSK

The article describes the synagogue of Mariinsk, a monument of architecture of the regional significance. The synagogue is a prominent architectural object of Judaism in West Siberia. The historical retrospective of Mariinsk development is shown, statistical data are presented on the national composition of the population in the 19–20th centuries. Participation of Jewish merchants in self-government of the city is highlighted, the contribution to the development of

industry and commerce, and the diaspora's charitable activities are noted. The history of the synagogue construction in Mariinsk is traced in detail. The historical facts characterizing the process of synagogue construction and restructuring are given. The architectural project of the Mariinsk synagogue is characterized, a graphic reconstruction and architectural analysis of this structure are presented. The special historical, architectural and town-planning values of this synagogue among the surviving religious buildings of the Siberian region are noted. The article presents the legal provisions of the Complete Collection of Laws of the Russian Empire, regulating the construction of synagogues and their location in urban environment. Statistical information from the statistics committee of the Ministry of the Interior on the number of synagogue buildings in the provinces of pre-revolutionary European Russia and in some cities located in Siberia is considered. New archival materials of the Tomsk and Kemerovo regions, iconographic material from the funds of the Tomsk Regional and Mariinsk Local History Museums are used. A list of scientific works on synagogue architecture is presented. The materials of this paper can be used both by architects and historians for studying religious buildings of various denominations.

Keywords: Mariinsk; West Siberia; architecture; religious architecture; Jewish synagogue; Jewish prayer house; Mariinsky synagogue; academic eclecticism; graphic reconstruction; Jewish merchants; diaspora.

For citation: Manonina T.N., Samsonova A.A. Kul'tovaya arkhitektura iudaizma v Sibiri: sinagoga Mariinska [Cultural architecture of judaism in Siberia: synagogue of Mariinsk]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 99–111. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-99-111

В настоящее время в историко-архитектурной науке усиливается интерес к изучению культовых сооружений дореволюционной России. Это не только православные храмы, но и здания других конфессий: католические костёлы [1], лютеранские кирхи [2], мусульманские мечети [3], буддистские дацаны [4], иудейские синагоги. Интересующие нас иудейские культовые сооружения представлены в статьях молодого исследователя Г.Е. Шапиро, в которых он раскрывает особенности синагог юго-восточной части Российской империи (области Войска Донского и Кавказа) [5, 6]. Определенный вклад в тему синагогальной архитектуры внесли также авторы настоящей статьи, опубликовавшие исследование, посвященное иудейским синагогам г. Томска [7]. Исследователь М.С. Бейзер, анализируя историю синагог Российской империи, основываясь на сведениях, опубликованных Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел, приводит следующие данные по зданиям синагог и молитвенных домов. В 1904 г. в Российском государстве (не считая тридцати двух городов центральных губерний, а также Царства Польского и Карсской области – ныне территория современной Турции) действовало 1962 синагоги и молитвенных дома. Через шесть лет, в 1910 г. зданий было уже 2769, из них 529 синагог и 2240 молитвенных домов. Автор справедливо отмечает, что основная концентрация иудейских культовых сооружений была в законодательно определённых для поселения евреев областях, в так называемой черте оседлости (небольшие населённые пункты – «местечки» в пятнадцати западных и юго-западных губерниях). В этих губерниях количество синагог и молитвенных домов доходило до двух сотен. Так, в наиболее «насыщенной» Киевской губернии таких зданий насчитывалось 216, а минимальное значение приходилось на Екатеринославскую губернию –

31 синагога и молитвенный дом (Екатеринослав в советское время назван Днепропетровском, Украина). М.С. Бейзер констатирует, что «...в большинстве городов внутренней России, за пределами “черты”, включая такие “чисто русские” места, как Рыбинск, Тамбов и Великие Луки...», синагоги и молитвенные дома также строились, но в менее сопоставимых размерах. Автор отмечает и такие «отдаленные» от Европейской России сибирские города, как Красноярск, Томск, Иркутск [8].

По подсчетам, проведенным авторами на основании статистических данных, опубликованных в сборниках «Города России» за 1904 и 1910 гг., в Сибири в 1904 г. насчитывалось более двадцати синагог и молитвенных домов, а к 1910 г. их число возросло до тридцати шести¹. К этому числу можно добавить еще три синагоги и один молитвенный дом, которые располагались в Акмолинской и Семипалатинской областях (части современной Омской области), территория которых на начало XX в. не входила в состав Сибири².

По российскому законодательству число синагог в городах подвергалось точному расчету и зависело от количества еврейских домов на поселении. Закон предписывал строить по одной синагоге на каждые восемьдесят домов и по одной молитвенной школе на каждые тридцать еврейских жилых строений. Соседство с христианскими церквями допускалось не менее чем за 100 сажень (около 230 м) от синагоги³.

В середине XIX в. крупнейшие еврейские общины Западной Сибири были в городах Тобольске, Омске, Каинске, Томске, Мариинске, Тюмени, в большинстве из которых в это время были построены здания деревянных синагог. В городах Кольвано-Воскресенского горного округа на землях Кабинета Его Императорского Величества в Барнауле, Бийске, Змеиногорске, Кузнецке проживание евреев запрещалось законодательно. Наше внимание привлекла синагога, построенная в г. Мариинске.

Мариинск расположен на левом берегу р. Кии, притока р. Чулым, впадающей в р. Обь. Город был основан в 1698 г. как село Кийское. В 1856 г. село получило статус города, а в 1857 г. Кийск был переименован в Мариинск, который стал окружным центром Томской губернии (рис. 1). Преобразованию села в город способствовало открытие месторождений рассыпного золота в таежных лесах, за которым последовало бурное развитие золотопромышленности в данном районе. Город находился на Московско-Сибирском тракте, в конце XIX в. через Мариинск прошла железная дорога.

В середине XIX в., в связи с золотодобычей и удачным притрактовым расположением, Мариинск быстро развивался. В 1858 г. здесь проживало всего чуть более трех тысяч человек, а к 1910 г. население возросло в шесть раз и составило более восемнадцати тысяч человек. В городе существовала боль-

¹ Города России в 1904 году. СПб., 1906. С. 0394; Города России в 1910 году. СПб., 1914. С. 1050–1052.

² С 1880-х гг. в состав Сибири входило восемь территориальных образований: Тобольская, Томская, Енисейская, Иркутская губернии; Забайкальская, Якутская, Амурская и Приморская области.

³ ПСЗРИ. Собрание второе. Т. X. № 8054. 13 апреля 1835 г. «Положение о евреях». СПб., 1836. С. 318–319.

шая еврейская община. Так, в 1904 г., согласно переписи населения, в Мариинске проживало чуть более 10 % евреев, а в 1910 г. число евреев к общему числу жителей города составляло 34 %⁴.

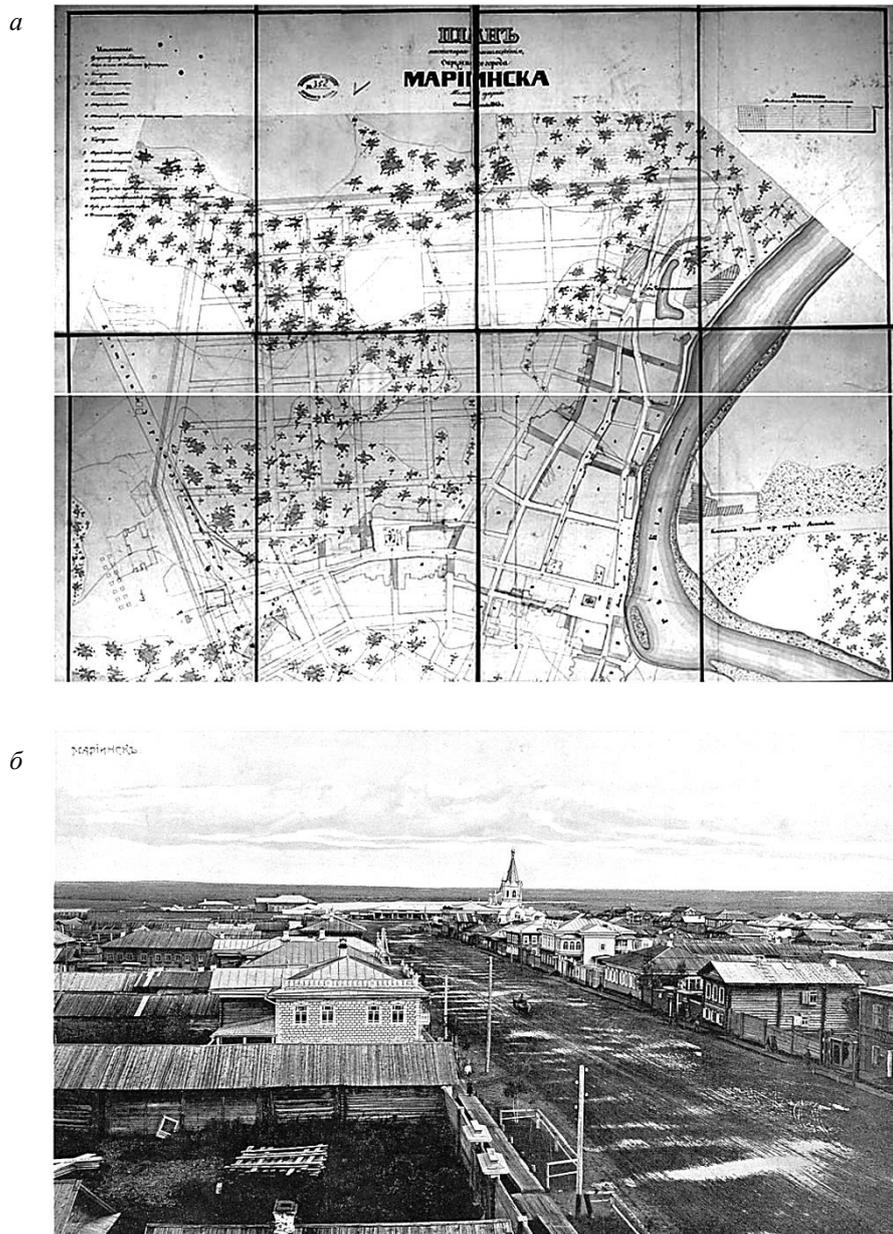


Рис. 1. Фрагмент плана г. Мариинска, 1863 г. (а). Из фондов Томского областного краеведческого музея; вид г. Мариинска. Фото конца XIX в. (б). Из фондов Мариинского краеведческого музея

⁴ Города России в 1904 году. СПб., 1906. С. 0414; Города России в 1910 году. СПб., 1914. С. 1020, 1030.

Основной группой населения г. Мариинска середины XIX – начала XX в. являлось купечество, которое определяло облик уездного города. Особенностью состава мариинского купечества было наличие большого количества купцов иудейского вероисповедания (рис. 2). В 1861 г. еврейские купцы составляли 15,4 % купечества города, в 1880 г. – 40,5 %, а в 1908 г. – уже 76,2 % [9, с. 81].



Рис. 2. Представители еврейского купечества г. Мариинска. Вверху справа – Х.И. Манусович. Фото начала XX в. Внизу – закладка дома в Мариинске. Во втором ряду купцы Л.И. Манусович (четвёртый слева) и Х.И. Манусович (шестой слева). Фото начала XX в. Из фондов Мариинского краеведческого музея

Еврейские купцы участвовали в самоуправлении города: гласными думы были М.И. Вульфович, братья Ольховские, выборными членами городского сиротского суда И.А. Юдалевич, Д.М. Прейсман. Наиболее успешным был клан Юдалевичей, которые занимались торговлей мануфактурой, железными и скобяными, москательными товарами, галантереей, обувью, бумагой, оружием, парфюмерией, стеклом. Особой предпринимательской активностью выделялись купцы Гурьевичи, Манусовичи, братья Ольховские, братья Хейфицы (рис. 2). Так, Хацкель Ольховский и Моисей Гурьевич владели кожевенным, мыловаренным и кирпичным заводами, пимокатным производством. Ведущие позиции в золотопромышленности занимали купеческие династии Буткевичей и Юдалевичей.

Накопленные капиталы купцы вкладывали в развитие промышленных предприятий и заводов, строительство доходных домов, торговых лавок, складских помещений. В конце XIX в. появились первые одно- и двухэтажные каменные дома еврейских купцов, которые сохранились до настоящего времени на центральной городской ул. Ленина (бывшая Большая Московская). В начале XX в. братья Манусовичи открыли первый театр-кинематограф. В 1907 г. купцом Прейсманом были устроены первая типография и переплетная мастерская.

Среди еврейского купечества также было распространено меценатство. Купец Гурьевич построил торговую баню и подарил ее городу. Купец И.А. Юдалевич и его супруга открыли на Береговой улице еврейское училище, которое и содержали на собственные средства.

Самые крупные пожертвования еврейские купцы вносили на строительство молитвенных зданий. В 1887 г. в Мариинске было основано еврейское погребальное братство, и вскоре был построен деревянный молитвенный дом [10, с. 415]. Однако к концу XIX в. деревянное здание сильно обветшало, и значительно увеличившаяся иудейская община приняла решение выстроить большое здание синагоги. В архивах Томской и Кемеровской областей были выявлены документы, датируемые концом XIX – началом XX в., в которых содержатся сведения о строительстве новой каменной синагоги, а также о членах еврейской общины, на чьи пожертвования было построено здание. Среди жертвователей указаны фамилии известных в городе купеческих династий – Юдалевичей, Гурьевичей, Мордуховичей и других, а также отставных военных из кантонистов и мещан. В них встречаются и казусные факты, связанные с проектированием и дальнейшей эксплуатацией здания синагоги, которые объяснялись отсутствием в городе технически грамотных специалистов, как архитекторов, так и строителей, а также стремлением сэкономить необходимые для строительства средства.

Первый факт касается разработки проекта на постройку синагоги. Весной 1894 г. избранный общиной «ученый еврей» мариинский второй гильдии купец Абрам Исаевич Аксельруд подал в строительное отделение управления Томской губернии прошение о постройке нового здания синагоги. В июне еврейская община получила разрешение с резолюцией – предоставить на утверждение план и фасад еврейского молитвенного дома и указать, из каких средств будет финансироваться строительство⁵. В октябре 1894 г. доверенный

⁵ ГАКО. Ф. Д-22. Оп. 1. Д. 218. Л. 55.

А.И. Аксельруд повторно обратился в губернское строительное отделение с просьбой «... вместо старого ветхого деревянного молитвенного дома» возвести на том же месте новую двухэтажную каменную синагогу и представил проект здания, утвержденный в сентябре этого же года Мариинской городской управой. Члены еврейского общества заверяли губернские власти, что строительство здания будет поручено «...лицу, имеющему аттестат в познаниях строительного искусства, под руководством которого, без малейшего отступления от утвержденных планов, будет произведена постройка», ему полагались вознаграждение за ведение надзора и финансовая компенсация поездок на объект⁶. Однако губернское строительное отделение, рассмотрев представленную проектную документацию, объявило доверенному мариинских прихожан, что прошение отклонено с резолюцией: «...проект молитвенного дома по неблагоприятности фасада и, кроме того, потому, что внутри здания устроены деревянные столбы и потолок, на нём купол, форма которого чертежом не может даже быть определена... оставлен без одобрения»⁷. Второй казус будет описан позже, согласно хронологии изложения материала.

В феврале 1895 г. доработанный проект на постройку каменного двухэтажного еврейского молитвенного дома в Мариинске был представлен на повторное рассмотрение в Томское губернское строительное отделение. Ознакомившись с ним, специалисты сочли его составленным верно и дали согласие на постройку⁸.

В архивном документе сохранился проект мариинского еврейского молитвенного дома. Из него следует, что усадебное место синагоги было обширным, узкой северной стороной усадьба выходила на улицу, вдоль которой располагался боковой фасад синагоги. Здание было запроектировано по традиционному типу трехнефных культовых сооружений, характерному для храмовых построек в христианстве и в исламе.

Согласно проектным чертежам, синагога представляла собой каменное двухэтажное прямоугольное в плане здание (рис. 3, 4). С востока к основному объему примыкал пятигранный одноэтажный объем: в этой части здания располагался специальный шкаф – арон акодеш, где хранили свитки Торы⁹. На первом этаже синагоги размещался «молельный» зал, на втором – хоры. Молитвенный зал отапливался двумя печами, расположенными справа и слева от входа. В западной части здания, решенной в плане в виде выступающего ризалита, располагался вестибюль с лестницей на хоры, где находилось помещение для женщин (эзрат нашим). Главный вход осуществлялся через парадную лестницу с западного фасада, по обе стороны здания (с северного и южного фасадов) предполагались дополнительные входные лестницы. Здание венчал большой восьмигранный купол на барабане с круглыми окнами-люкарнами, которые подчеркивались на каждой грани треугольным фронтонном, увенчанным шпилем.

⁶ ГАТО. Ф. 3. Оп. 41. Д. 271. Л. 1, 1 об.

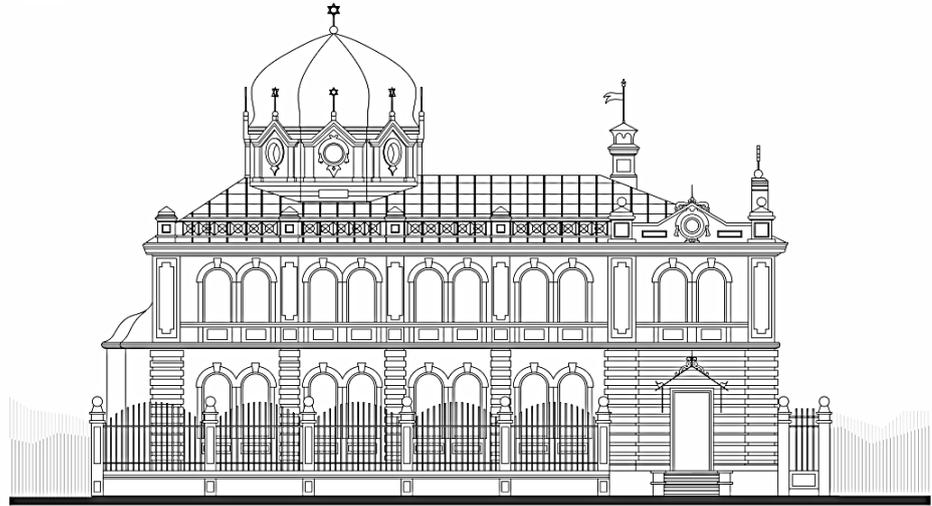
⁷ ГАТО. Ф. 3. Оп. 41. Д. 271. Л. 5 об.

⁸ ГАТО. Ф. 3. Оп. 41. Д. 271. Л. 14.

⁹ В христианском храме подобный объем назывался апсида, в мусульманском – михраб.

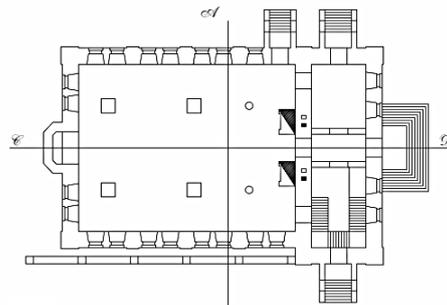
Божьей фисадъ

а



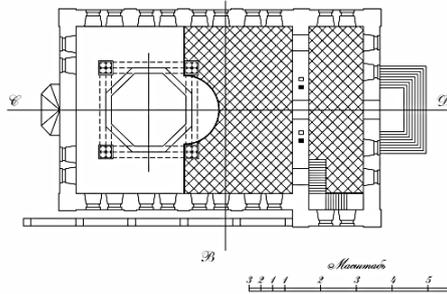
б

Планъ молитвни.



в

Планъ хора.



г

Планъ мѣстности.

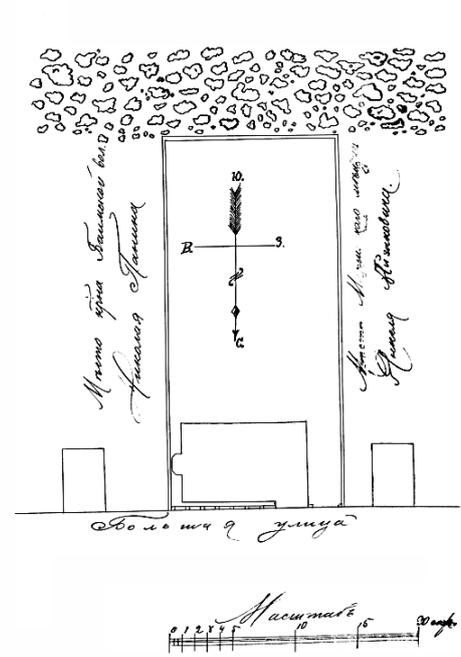


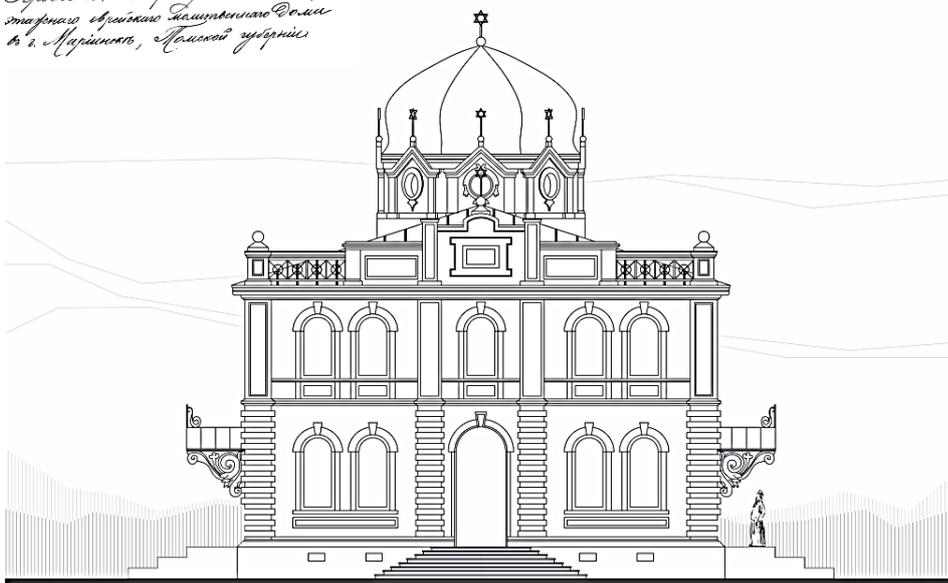
Рис. 3. Графическая реконструкция «проекта на постройку двухэтажного еврейского молитвенного дома в городе Мариинске Томской губернии», 1895 г. Из фондов Государственного архива Томской области. Автор реконструкции – А.А. Самсонова, 2018 г.:

а – северный фасад; б – план первого этажа («молельни»); в – план второго этажа («хор»); г – генеральный план

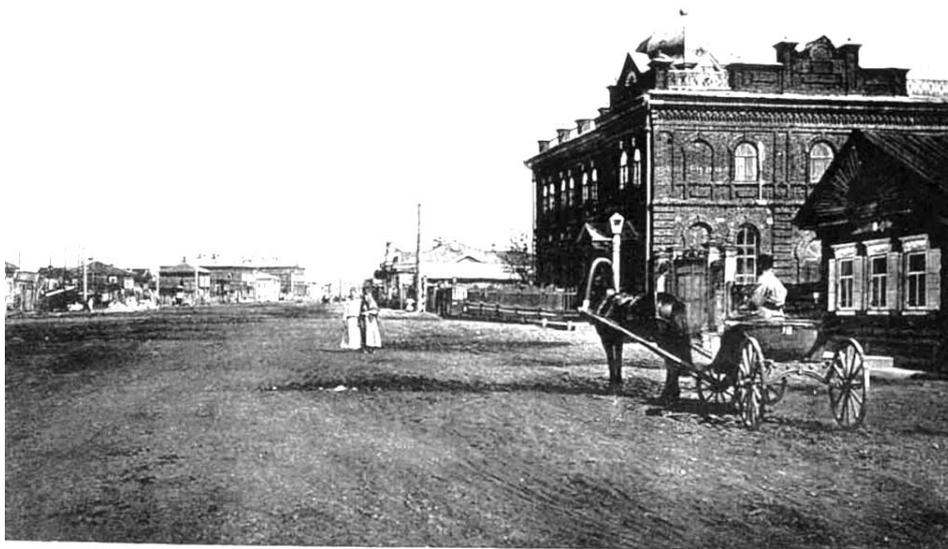
а

Передний фасадъ

*Проект на постройку каменной двух-
этажной синагоги в Мариинске
в г. Мариинске, Томской губернии*



б



Гор. Мариинскъ, Томской губ. Большая улица.

Рис. 4. Графическая реконструкция проекта, 1895 г. Автор реконструкции – А.А. Самсонова, 2018 г.:

а – западный фасад; б – г. Мариинск, ул. Большая (Московская). Справа – двух-этажное здание синагоги. Фото начала XX в. Из фондов Мариинского краеведческого музея

В начале XX в.¹⁰ на главной улице города Большой Московской было выстроено каменное здание синагоги (ныне – ул. Ленина, 45). Рядом с синагогой на выкупленном у крестьянина Николая Панина участке был построен каменный одноэтажный дом для раввина (ул. Ленина, 43).

Второй казус, о котором упоминалось выше, был связан с перестройкой нового синагогального здания. В конце декабря 1902 г. раввин мариинской синагоги А. Аксельруд, староста И. Ольховский и казначей А. Хотин представили в строительное отделение Томского губернского управления проект с пояснительной запиской на переделки в здании еврейского молитвенного дома. Для рассмотрения и дальнейшего заключения о правильности составленных чертежей эти документы были переданы исполняющему делами младшего архитектора гражданскому инженеру В.А. Енкену. К сожалению, архивное дело не содержит чертежей на переделки в здании синагоги. Из документа следует, что, по-видимому, по прошествии шести лет потребовалось конструктивное усиление внутренних колонн для «...поддержания существующего барабана молитвенного дома». Планировалась установка «колонн из рельсов», после которой по плану должна быть произведена разборка существующих каменных столбов в молельном зале, на которые опирался барабан. Однако В.А. Енкен сделал следующие замечания: отсутствуют «...детальные чертежи способа укрепления и поддержания существующего барабана... перед разборкой столбов, т. е. конструкция лесов, предшествующих постановке колонн из рельсов». Далее гражданский инженер отметил, что пояснительная записка к проекту была составлена неграмотно, поскольку не содержала «...никакого серьёзного расчёта устойчивости и прочности сооружений», а также «...не был исследован грунт, на котором предполагается возвести сооружение». Енкен дал заключение о невозможности одобрить представленный проект с запиской некоего Миневского и рекомендует уведомить Мариинское еврейское духовное правление, что оно введено составителем проекта и записки в заблуждение. Губернское строительное отделение, согласно рекомендации В.А. Енкена, обязало томского полицмейстера предоставить сведения об авторе проектной документации: «...на каком основании Миневский подписывает составленные им проекты несуществующим званием “Гражданский техник” и имеет ли он свидетельство от Техническо-Строительного Комитета МВД на право производства строительных работ и если таковое имеется, то препроводить его в Строительное Отделение»¹¹.

В январе 1903 г. раввин Аксельруд предоставил в строительное отделение Томского губернского управления исправленный проект на переделки в мариинском синагогальном здании с пояснительной запиской, составленной гражданским инженером С.В. Хомичем. Проект и записка были выполнены технически грамотно, «...с показанием конструкций переделок», и потому одобрены и рекомендованы к исполнению¹².

Сохранившиеся исторические фотографии, а также и внешний вид фасадов здания синагоги свидетельствуют, что она была выстроена с минимальным

¹⁰ Некоторые исследователи указывают 1896 г.

¹¹ ГАТО. Ф. 3. Оп. 41. Д. 600. Л. 204–205 об.

¹² ГАТО. Ф. 3. Оп. 41. Д. 600. Л. 219, 219 об.

отступлением от проектного решения. Первый высокий этаж отделен от второго поясом в виде карниза из лекального кирпича, проходящего по всему периметру здания на уровне перекрытия первого этажа. В простенках первого этажа рустованы углы здания и междуоконные проемы. Оконные проёмы, расположенные попарно, имеют арочные перемычки с замковым камнем. Второй этаж в простенках украшен филанчатыми лопатками, доходящими до подкарнизных поясков. Пояски переходят в активный карниз, который представлен в виде двух рядов мелких и более крупных сухариков из лекального кирпича. В целом, фасады здания синагоги решены в стилистике академической эклектики, с мелкой проработкой деталей, выполненных в кирпичном исполнении.

Позже к южной части фасада был пристроен дополнительный объем, повторяющий художественный стиль и архитектуру синагоги: здание в плане получило Г-образную форму. Торцевой фасад пристройки глухой, но имеет контрфорсы по бокам, переходящие на втором этаже в филанчатые лопатки. Функция данной пристройки неизвестна.

С 1931 г. вплоть до 1941 г. в уже бывшей синагоге находился спортивный клуб «Динамо», а затем вплоть до конца 1990-х гг. здесь размещался городской почтамт. В этот период сооружение было дополнительно перекрыто, в результате чего образован второй этаж. С 1999 г. здание не используется.

В настоящее время здание синагоги заброшено и находится в неудовлетворительном состоянии. Снесены барабан с куполом, большинство оконных проемов не имеют остекления, повреждена крыша здания, интерьеры помещений утрачены. На треугольном аттике, расположенном на главном фасаде, можно рассмотреть следы иудейского символа – Маген Давид, т. е. гексаграмму в виде шестиугольной звезды. В 2009 г. были предприняты попытки реставрации здания. Проект реконструкции здания бывшей синагоги был выполнен в Научно-исследовательском институте строительных материалов Томского государственного архитектурно-строительного университета (авторы – Г.Г. Шмидт, М.А. Быстрицкая, Т.А. Ильиченко). Однако реставрационные работы по восстановлению исторического облика иудейской синагоги так и не были начаты.

Таким образом, еврейские купцы внесли весомый вклад в развитие уездного города Томской губернии – Мариинска. Благодаря их капиталам и деловой активности на центральных улицах было выстроено большое количество каменных и деревянных доходных домов и торговых лавок, которые придают своеобразие архитектурному облику города. Среди сохранившихся жилых и общественных строений особую историко-архитектурную и градостроительную ценность имеет здание иудейской синагоги – яркий представитель среди немногих сохранившихся до наших дней молитвенных зданий еврейской диаспоры Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юцук Л.А. Архитектура римско-католических церквей в городах Сибири и на Дальнем Востоке в XIX – начале XX в. // Сибирские колонии: прошлое, настоящее и будущее : материалы Международной научно-практической конференции. Томск, 1999. С. 98–100.

2. Гуменюк А.Н. Лютеранская церковь во имя Святой Екатерины в Омске. Стилистические особенности памятника // Лютеране в России: к 300-летию распространения лютеранства в Сибири : сб. докладов Международной научной конференции. Омск : Омский ГТУ. 2014. С. 29–31.
3. Мониц Г.И., Манонина Т.Н. Архитектура мечетей Томской губернии конца XIX – начала XX века // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 4 (51). С. 49–61.
4. Жамсуева Д.С. Культовая система храмовых комплексов бурятских дацанов (история и современность) // Вестник Иркутского ГАСУ. 2015. № 1 (96). С. 233–237.
5. Шапиро Г.Е. Десятипольный тип синагог: Генезис, особенности объемно-планировочного и конструктивного решения // Вестник Белгородского ГТУ. 2017. № 6. С. 76–80.
6. Шапиро Г.Е. Стилиевые направления в архитектуре синагог середины XIX – начала XX в. (на примере Области Войска Донского и Кавказского края) // Вестник Белгородского ГТУ. 2017. № 8. С. 115–119.
7. Манонина Т.Н., Маслянская А.И. Синагоги города Томска: историко-архитектурный аспект // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 6. С. 24–35.
8. Бейзер М.С. Наше наследие: Синагоги СНГ в прошлом и настоящем // Сайт Еврейского университета в Иерусалиме. Условия доступа: http://pluto.huji.ac.il/~beizer/files/Legacy_Rus.pdf. (дата обращения: 21.01.2019).
9. Гончаров Ю.М. Состав купеческого сословия Сибири второй половины XIX – начала XX в. // Компьютер и экономическая история. Барнаул : Алтайский государственный университет, 1997. С. 58–83.
10. Ермолаев А.Н. Уездный Мариинск 1856–1917 гг. Кемерово : Кузбассвуиздат, 2008. 743 с.

REFERENCES

1. Yuschuk L.A. Arkhitektura rimsko-katolicheskikh tserkvey v gorodakh Sibiri i na Dal'nem Vostoke v XIX – nachale XX vv. [Architecture of Roman Catholic churches in Siberia and the Far East in the 19–20th centuries]. In: Sibirskie kolonii: proshloe nastoyashchee i budushchee: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Proc. Int. Sci. Conf. 'Siberian Colonies: Past Present and Future'). Tomsk, 1999. Pp. 98–100. (rus)
2. Gumenyuk A.N. Lyuteranskaya tserkov' vo imya Svyatoy Yekateriny v Omske. Stilisticheskiye osobennosti pamyatnika [St. Catherine Lutheran Church in Omsk. Stylistic features of the monument]. In: Lyuterane v Rossii: k 300-letiyu rasprostraneniya lyuteranstva v Sibiri (Proc. Int. Sci. Conf. 'Lutherans in Russia: 300th Anniversary of Lutheranism in Siberia'). Omsk State Technical University. 2014. Pp. 29–31. (rus)
3. Monich G.I., Manonina T.N. Arkhitektura mechetey Tomskoy gubernii kontsa XIX – nachala XX veka [Mosque architecture in Tomsk province late in 19th and early 20th centuries]. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building. 2015. No. 4 (51). Pp. 49–61. (rus)
4. Zhamsueva D.S. Kul'tovaya sistema khramovykh kompleksov buryatskikh datsanov (istoriya i sovremennost') [The cult system of temple complexes of the Buryat datsans (history and modern times)]. Vestnik Irkutskogo GASU. 2015. No. 1 (96). Pp. 233–237. (rus)
5. Shapiro G.E. Devyatipol'nyy tip sinagog: Genesis, osobennosti ob"yemno-planirovochnogo i konstruktivnogo resheniya [Nine-field synagogue type: Genesis, features of a space-planning and constructive solution]. Vestnik Belgorodskogo GTU. 2017. No. 6. Pp. 76–80. (rus)
6. Shapiro G.E. Stilevyie napravleniya v arkhitekture sinagog serediny XIX – nachala XX vv. (na primere Oblasti Voyska Donskogo i Kavkazskogo kraya) [Style trends in synagogue architecture in the 19th and early 20th centuries (the Region of the Don and the Caucasus Territory)]. Vestnik Belgorodskogo GTU. 2017. No. 8. Pp. 115–119. (rus)
7. Manonina T.N., Maslyanskaya A.I. Sinagogi goroda Tomska: istoriko-arkhitekturnyy aspekt [Tomsk synagogues: historical and architectural aspects]. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building. 2015. No. 6. Pp. 24–35. (rus)
8. Beizer M.S. Nashe nasledstvo: Sinagogi SNG v proshlom i nastoyashchem [Our legacy: CIS synagogues in the past and present]. Available: http://pluto.huji.ac.il/~beizer/files/Legacy_Rus.pdf (accessed January 21, 2019) (rus)

9. *Goncharov Yu.M.* Sostav kupecheskogo sosloviya Sibiri vtoroy poloviny XIX – nachala XX vv. [Composition of the merchant class of Siberia in the 19–20th centuries]. In: *Komp'yuter i ekonomicheskaya istoriya* [Computer and economic history]. Barnaul: Altai State University, 1997. Pp. 58–83. (rus)
10. *Ermolaev A.N.* Uyezdnyy Mariinsk 1856–1917 gg. [The county of Mariinsk in 1856–1917]. Kemerovo: Kuzbassvuzuzdat, 2008. 743 p. (rus)

Сведения об авторах

Манонина Татьяна Николаевна, канд. ист. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, manonina100@yandex.ru

Самсонова Анна Алексеевна, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, maslyanskaya_anna@mail.ru

Authors Details

Tatiana N. Manonina, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia, manonina100@yandex.ru

Anna A. Samsonova, Undergraduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia, maslyanskaya_anna@mail.ru

УДК 72.03

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-112-119

*Ю.В. КЛИМОВА^{1,2}, С.М. ШУМИЛКИН²,**¹Оренбургский государственный университет,**²Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРЕПОСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДОВ ЗАСЕЧНЫХ ЛИНИЙ РОССИИ XVI–XVIII ВЕКОВ

Цель настоящей работы заключается в выявлении уникальных особенностей, присущих г. Оренбургу (его градостроительной и архитектурной уникальности), который является главным форпостом Новоказамской засечной линии, образованной в XVIII в. Планировочная система внутри оборонительного укрепления относится к регулярному типу, масштаб которого превосходит другие крепости России, построенные до XVIII в. Это делает ее уникальной и данное исследование актуальным.

Методика исследования базируется на сравнительном анализе крепостей, входивших в состав засек Российской империи. На основе исторических данных были выбраны основные города-форпосты оборонительных линий XV–XVIII вв. государства и проведен их сравнительный анализ. Такой подход позволяет показать планировочные особенности города.

Возведению городов-форпостов и их крепостей уделялось много внимания. На протяжении двух веков опытным путем исследуя уже построенные фортификационные сооружения, инженеры XVIII в. во многом изменили свой подход к устройству оборонительных сооружений. Значительно увеличиваются масштабы города, расположенного внутри крепости. Планировочная структура поселений становится регулярной, упрощается ориентация внутри него. Наряду с этим роль рельефа в оборонной системе крепости остается одной из важных составляющих при выборе ее местоположения. Берега рек и крутые обрывы сохраняют за собой преимущество как при обороне города, так и при формировании его силуэта. Уменьшается степень укрупнённости въездных ворот, что компенсируется особой планировкой мест пересечений улиц между собой – с небольшим сдвигом относительно прямой оси.

Все эти отличительные черты проявляются в устройстве крепости г. Оренбурга и делают ее уникальной планировочной единицей.

Ключевые слова: архитектура; градостроительство; город-крепость; засечные линии; планировочный анализ.

Для цитирования: Климова Ю.В., Шумилкин С.М. Сравнительный анализ крепостных сооружений городов засечных линий России XVI–XVIII веков // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 112–119.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-112-119

*Yu. V. KLIMOVA¹, S. M. SHUMILKIN²,**¹Orenburg State University,**²Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering*

COMPARATIVE ANALYSIS OF FORTRESSES ON GREAT ABATIS BORDERS IN RUSSIA IN THE 16–18th CENTURIES

The purpose of this work is to identify the unique features inherent in the City of Orenburg, which is the main outpost of the Novozakamsk great abatis border formed in the 18th century.

The planning system inside defensive fortresses refers to the regular type, its scale exceeds other fortresses of Russia, built earlier than in the 18th century. This makes it unique and this research is relevant.

The research methodology is based on a comparative analysis of the fortresses in the Russian Empire. Using the historical data, the main outpost cities on the great abatis border of the 15–18th centuries are studied and their comparative analysis is carried out. This approach allows to show the planning features of the city which appeared 300 years ago.

Much attention is paid to the construction of the outpost towns and fortresses. Empirically examining already built fortifications for two centuries, in the 18th century engineers changed their approach to the defensive structures. The city significantly grows inside the fortress. The planning structure of settlements becomes regular, the orientation inside becomes simpler. Also, the role of the fortress defense system remains one of the important components when choosing its location. River banks and steep cliffs retain an advantage both over the city defense and the formation of its skyline. The integration of entry gates decreases, which is compensated by the streets intersection with a slight shift of the relative straight axis. All these distinctive features are manifested in the structure of the fortress of Orenburg and make it a unique planning unit.

Keywords: architecture; urban planning; fortress city; great abatis border; planning analysis.

For citation: Klimova Yu.V., Shumilkin S.M. Sravnitel'nyi analiz krepostnykh sooruzhenii gorodov zasechnykh linii Rossii XVI–XVIII vekov [Comparative analysis of fortresses on great abatis borders in Russia in the 16–18th centuries]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 112–119.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-112-119

Засечные черты исторически являлись важными укрепительными линиями Российского государства, т. к. они были связаны с ростом и расширением его границ, а также с постоянной защитой от нападений неприятеля. Первые засечные черты появились в XV–XVI вв., второй этап строительства пришёлся на XVI–XVII вв. В этот период происходят масштабные изменения в градостроительной системе Российской империи, связанные с преобразованиями Петра I во всех сферах жизни [2]. Оборонительные линии имели многоступенчатый характер и включали в себя укрепленные рубежи большой протяженности, создаваемые на базе использования оборонительных свойств местности [1]. Города-крепости служили постами для сбора регулярных войск, местом дислокации гарнизона с постоянными по численности войсками. Новые поселения XVII в. сменяют живописную композиционную организацию, отражающую влияние рельефа местности в характере застройки, на регулярную. При этом каждая планировочная система крепости по-своему является уникальной архитектурно-пространственной композицией со своими достоинствами.

Настоящая работа сосредоточена на выявлении уникальных особенностей, присущих Оренбургу (его градостроительной и архитектурной уникальности), который является главным форпостом Новоказакамской засечной линии, образованной в XVIII в. Планировочная система внутри оборонительного укрепления относится к регулярному типу, масштаб которого превосходит другие крепости России, построенные до XVIII в. Это делает ее уникальной и данное исследование актуальным.

Методика исследования базируется на сравнительном анализе крепостей, входивших в состав засек Российской империи. На основе исторических данных были выбраны основные города-форпосты оборонительных линий XV–XVIII вв. государства и проведен их сравнительный анализ.

Первые засечные черты начали появляться в XV в. и были связаны с острой необходимостью защитить поселения Руси от набегов татарской орды [1]. Они представляли из себя протяженные линии укреплений из поваленного в сторону неприятеля леса высотой в человеческий рост. Дополнялись такие засеки рвами и земельными насыпями. Кроме самой укрепленной линии, в состав засечных черт входили города, в которых сооружались крепости (как небольшие, предназначенные для сбора регулярных войск в городе, так и основательные – для проживания гарнизона или непосредственно защиты города).

Первой засечной чертой на карте Русского государства являлась так называемая Тульская (Большая) засечная линия, которая защищала южные границы государства и тянулась от Рязани до Тулы. Крепости непосредственно Тулы и Нижнего Новгорода являются фортификационными сооружениями засеки, которые относятся к так называемым образцовым [2]. Впоследствии Большой засечной линии стало недостаточно для сохранности границ Российской империи, и в середине XVII в. на ее замену была построена Белгородская. Она служила также для защиты южной границы государства от набегов крымских татар, ногайцев, литовцев, черкесов [2].

Со временем вооруженные набеги участились не только на южных границах государства, потребовалось создание оборонительной черты в землях Поволжья. С этой целью в середине XVII в. была построена сначала Старозакамская засека, которая чуть позже была расширена и стала называться Новоказамской [2]. Мнения историков на тему определения точного состава городов-форпостов, образующих последнюю, расходятся. Некоторые считают, что к Новоказамской черте относятся исключительно города, расположенные на территории современной Самарской области, а города, относящиеся на сегодняшний день к Оренбургской области, образуют так называемую Оренбургскую линию. Однако более распространенным считается объединение этих городов в одну Новоказамскую черту. Схемы расположения вышеуказанных засечных линий на карте Российской империи и главные города, входившие в их состав, показаны на рис. 1.

Согласно историческим данным, узловыми городами в засеках являются: в Тульской – Нижний Новгород (1508–1515 гг.) и Тула (1514–1520 гг.), в Белгородской – Белгород (1596 г.) и в Новоказамской – Оренбург (1743 г.) [3]. Геометрические параметры крепостей, приведенные в табл. 1, показывают, что Оренбургская крепость по площади превышает Нижегородскую в 2 раза, а Тульскую и Белгородскую практически в 6 раз.

Схемы исторических крепостей и их положение в современной структуре города показаны в табл. 2.

Особенностью крепостей Нижнего Новгорода, Тулы и Белгорода являются их небольшие размеры, внутри которых располагались культовые, административные и хозяйственные постройки, а селитебные зоны формировались по

их периметру. В противовес этому Оренбург как тип поселения XVIII в. закладывался внутри оборонительных стен [2], чем объясняется масштаб защищенного поселения: Оренбургская крепость была не только самой крупной из представленных, но также и самой большой на всем юго-востоке России [5].

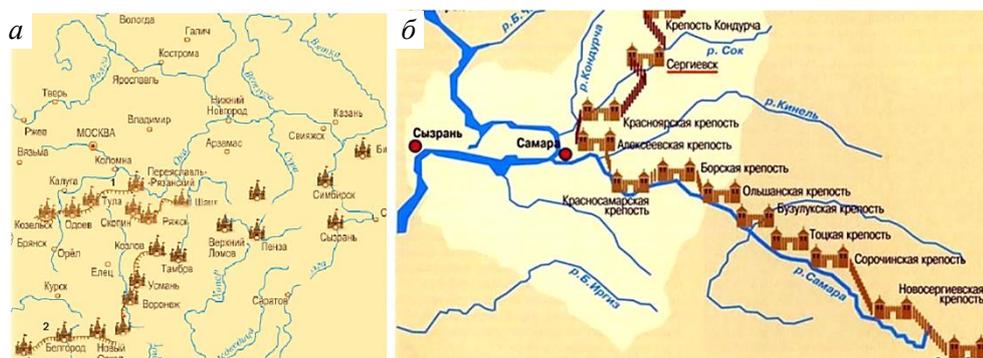


Рис. 1. Засечные линии Российской империи в XVIII в.:
 а: 1 – Большая (Тульская) засека; 2 – Белгородская засека; б – Новозакамская засека

Таблица 1

Исторические данные

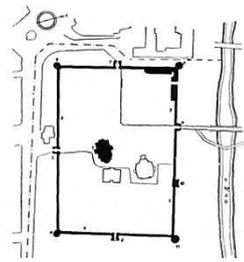
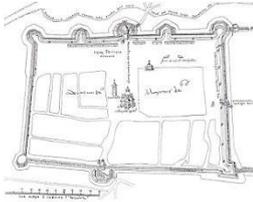
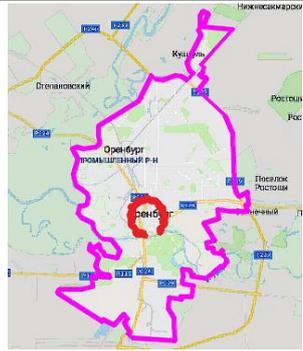
Название города	Площадь внутри крепостных стен, га	Длина крепостных стен, м
Нижний Новгород	22,7	2080
Тула	6	1066
Белгород	5,4	936
Оренбург	40	5334

Таблица 2

Графоаналитическая таблица местоположения крепостей в составе современного города

Название города	Год постройки крепости	Исторический чертеж	Тип крепости	Схема в составе современного города
Нижний Новгород	1508–1515		Многогранная	

Окончание табл. 2

Название города	Год постройки крепости	Исторический чертеж	Тип крепости	Схема в составе современного города
Тула	1514–1520		Прямоугольная	
Белгород	1596		Прямоугольная	
Оренбург	1743		Овальная	

Эволюция изменения масштабов поселений внутри крепостных стен показана на рис. 2.

Планировочная структура внутри оборонительных укреплений Оренбурга подчинялась принципам регулярности [7]. При историческом анализе планировки города-крепости Оренбурга можно обнаружить использование новых градообразующих принципов, которые в дальнейшем повлияли на основные коммуникационные оси Оренбурга. Регулярная планировка, форма крепостной стены с применением редутов, а в особенности тот факт, что в разработке генерального плана города принимали участие так называемые «птенцы гнезда Петрова» [3], – все это указывает на применение новых принципов, которые появились в русском градостроительстве при возведении Санкт-Петербурга. В отличие от него, в представленных для сравнения городах Тульской и Белгородской засек прослеживается тенденция трассировки улиц посадок и фор-

штадтов, сформированных около крепостных стен, сообразно их форме. Однако в городах Тульской черты такое явление не является преобладающим, и на характер улиц большее влияние оказывают местность и рельеф [6].

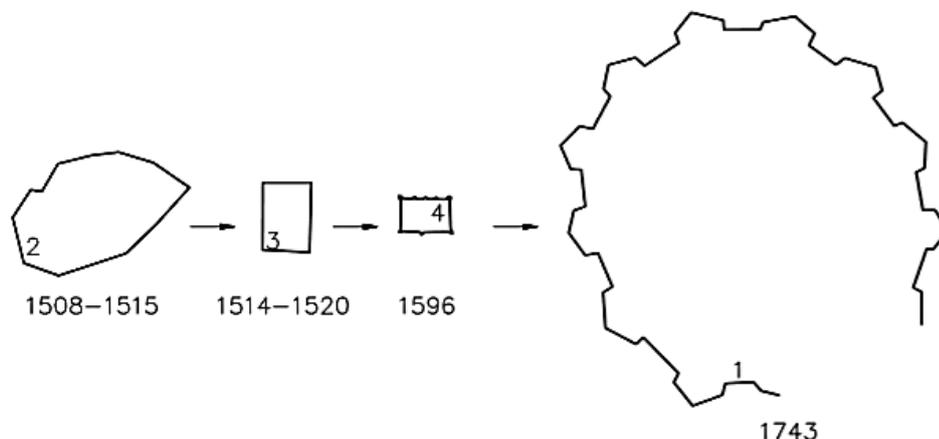


Рис. 2. Эволюционный расклад изменения масштаба оборонительных сооружений главных форпостов засечных линий Российской империи в период с XVI по XVIII в. (единый масштаб для всех крепостей):
 1 – крепость Оренбурга; 2 – крепость Нижнего Новгорода; 3 – крепость Тулы;
 4 – крепость Белгорода

Самым уязвимым местом в обороне территории, огороженной крепостными стенами, является въезд [4]. Его стремились сделать наиболее безопасным во избежание внезапного прорыва неприятелей. В Нижнем Новгороде, Туле и Белгороде можно наблюдать тенденцию к устройству ворот внутри крупных и хорошо укрепленных башен, выделяющихся своими масштабами и монументальностью (современное состояние въездных башен показано в табл. 3).

Таблица 3

Въездные группы в крепости

Нижний Новгород	Тула	Белгород	Оренбург

Однако в крепости Оренбурга прослеживается строго противоположная тенденция – ворота не являются частью въездной башни, стены вокруг них по масштабу сравнимы со стенами самой крепости [5]. Это объясняется тем, что при планировке города внутри оборонительного сооружения улицы закладывались таким образом, чтобы затруднить возможность прорыва войск неприятеля [7]. Они не являются строго прямыми лучами, пересекающимися под

прямым углом. В местах пересечений улицы располагаются с небольшой сдвижкой, что создает дополнительные углы на траектории движения вражеских войск. Такая система значительно затрудняет движение конницы и тем самым компенсирует незначительную степень укрепления въездных ворот.

В качестве заключения необходимо отметить следующее. Возведению городов-форпостов и их крепостей уделялось много внимания. На протяжении двух веков, опытным путем исследуя уже построенные фортификационные сооружения, инженеры XVIII в. во многом изменили свой подход к устройству оборонительных сооружений [9]. Значительно увеличиваются масштабы города, расположенного внутри крепости. Планировочная структура поселений становится регулярной, упрощается ориентация внутри него [10]. Наряду с этим роль рельефа в оборонной системе крепости остается одной из важных составляющих при выборе ее местоположения. Берега рек и крутые обрывы сохраняют за собой преимущество как при обороне города, так и при формировании его силуэта. Уменьшается степень укрупненности въездных ворот, что компенсируется особой планировкой мест пересечений улиц между собой – с небольшим сдвигом относительно прямой оси [11].

Все эти отличительные черты проявляются в устройстве крепости г. Оренбурга и делают ее уникальной планировочной единицей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ласковский Ф.Ф.* Материалы для истории инженерного искусства в России. СПб., 1858. 315 с.
2. *Шквариков В.А.* Планировка городов России XVIII и начала XIX века. М. : ИВАА, 1939. 256 с.
3. *Городские поселения в Российской империи.* СПб. : Типография К. Вульфа, 1864. 792 с.
4. *Футорянский Л.И.* История Оренбуржья. Оренбург : Издательско-полиграфический комплекс «Южный Урал». 346 с.
5. *Дорофеев В.В.* Архитектура г. Оренбурга XVIII–XX веков. Оренбург : ОАО «Издательско-полиграфический комплекс «Южный Урал»», 2007. 176 с.
6. *Прусс А.* Рассказы об истории Оренбуржья. Оренбург, 2003. 80 с.
7. *Дебу И.* Топографическое и статистическое описание Оренбургской губернии в нынешнем её состоянии. М., 1837. 236 с.
8. *Старостенко И.М.* Краеведческие очерки «По родному краю. Оренбург : Чкаловское книжное изд-во, 1954. 180 с.
9. *Климова Ю.В., Шумилкин С.М.* Потерянное наследие: разрушенные церкви Оренбурга второй половины XVIII века // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering – Интернациональная конференция в области современного строительства и технологий. Владивосток, 2018. Т. 463. С. 1–7.
10. *Климова Ю.В., Шумилкин С.М.* Эволюция развития генерального плана российских крепостей, к примеру, города Оренбурга // Materials Science Forum : Международная конференция в области конструирования и архитектуры «Теория и практика индустриального развития». Ростов н/Д, 2018. Т. 931. С. 711–716.
11. *Иконописцева О.Г.* Территориальное развитие Оренбурга в контексте системы расселения городов Урала // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 5 (180). С. 142–150.

REFERENCES

1. *Laskovskii F.F.* Materialy dlya istorii inzhenernogo iskusstva v Rossii [Materials for the history of engineering art in Russia]. St.-Petersburg, 1858. 315 p. (rus)

2. *Shkvarikov V.A.* Planirovka gorodov Rossii XVIII i nachala XIX veka [Russian city planning in the 18 and early 20th centuries]. Moscow: IVAA, 1939. 256 p. (rus)
3. *Gorodskie poseleniya v Rossiiskoi imperii* [Urban settlements in the Russian Empire]. St.-Petersburg: K. Wolfe Typography. 1864. 792 p. (rus)
4. *Futoryanskii L.I.* Istoriya Orenburzh'ya [History of Orenburg]. Orenburg: Yuzhnyi Ural. 346 p. (rus)
5. *Dorofeev V.V.* Arkhitektura g. Orenburga XVIII–XX vekov [Architecture of Orenburg in the 18–20th centuries]. Orenburg: Yuzhnyi Ural, 2007. 176 p. (rus)
6. *Pruss A.* Rasskazy ob istorii Orenburzh'ya [Stories about the history of Orenburg]. Orenburg, 2003. 80 p. (rus)
7. *Debu I.* Topograficheskoe i statisticheskoe opisanie Orenburgskoi gubernii v nyneshnem ee sostoyanii [Topographical and statistical description of the Orenburg province in its current state]. Moscow, 1837. 236 p. (rus)
8. *Starostenko I.M.* Kraevedcheskie ocherki "Po rodnomu krayu" [Local history essays "In native land"]. Orenburg: Chkalovskoe knizhnoe izd., 1954. 180 p. (rus)
9. *Klimova Y.V.* Poteryannoe nasledie: razrushennyye cerkvi Orenburga vtoroj poloviny XVIII veka [Lost heritage: destroyed temples of Orenburg late in the 18th century]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Pt 3. 2018. V. 463. Pp. 1–7. (rus)
10. *Klimova Y.V.* Evolyuciya razvitiya general'nogo plana Rossijskih krepostej, k primeru, goroda Orenburga [Evolutionary development of the master plan of Russian fortresses]. Mezhdunarodnaya konferentsiya v oblasti konstruirovaniya i arkhitektury 'Teoriya i praktika industrial'nogo razvitiya' (*Proc. Int. Sci. Conf. 'Theory and Practice of Industrial Development'*), 2018. V. 931. Pp. 711–716 (rus)
11. *Ikonopistseva O.G.* Territorialnoye razvitiye Orenburga v kontekste sistemy rasseleniya gorodov Urala [Territorial development of Orenburg in the context of the Ural cities settlement system]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015. No. 5 (180). Pp. 142–150. (rus)

Сведения об авторах

Климова Юлия Владимировна, аспирант, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65; преподаватель, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, yum.klimova@gmail.com

Шумилкин Сергей Михайлович, докт. архитектуры, профессор, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65, ist_arh@nngasu.ru

Authors Details

Yulia V. Klimova, Research Assistant, Orenburg State University, 13, Pobedy Ave., 460000, Orenburg, Russia, yum.klimova@gmail.com

Sergey M. Shumilkin, DSc, Professor, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 65, Il'inskaya Str., 603950, Nizhnii Novgorod, Russia, ist_arh@nngasu.ru

УДК 711.523

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-120-132

*Д.А. БЕЛОВА, Ю.Е. ПЕТРОЧЕНКО,
Институт архитектуры и дизайна
Сибирского федерального университета*

СОЦИОКУЛЬТУРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИХ ПРОСТРАНСТВ В КРАСНОЯРСКЕ

Изучение вопроса создания подобных пространств чрезвычайно важно начать с рассмотрения социально-культурной стороны и обстановки в городе. Актуальность обосновывается необходимостью проведения различных социологических и теоретических исследований, которые будут являться базой для дальнейшей практической проектной работы.

Целью настоящей работы является рассмотрение и анализ потребностей горожан и города, касающихся культурно-духовного и интеллектуального развития, для последующего создания моделей комфортных, разнообразных культурно-просветительских пространств различного масштаба в каждом районе города. Главным методологическим подходом к исследованию данного вопроса является комплексный градостроительный, функциональный и социокультурный анализ на основе изучения топографии города, теоретических источников и составления и проведения социологического опроса среди жителей и гостей Красноярска.

Во многих крупных городах России в данный момент можно наблюдать явление культурной моноцентричности – концентрации культурной функции в центре города и ее дефицит на периферии. Теоретические обоснования иллюстрируют важность роли культуры в жизни индивида и города, что также подтверждают результаты социального опроса горожан. На основании вышеизложенного выявляются современные тенденции и алгоритмы реализации подобного плана задач, даются рекомендации по подходам к архитектурному проектированию культурно-просветительских комплексов. Проведение анализа потребностей горожан и города для последующего создания моделей культурно-просветительских пространств в каждом районе города с учетом их специфики помогут в практической работе проектировщиков.

Необходимо поддерживать желание граждан посещать культурные места, развиваться, учиться самостоятельно, заниматься творчеством и создавать все условия для их реализации. Материалы статьи могут быть полезными для современных специалистов как в области социологии и культурологии, так и для урбанистов, градостроителей и архитекторов.

Ключевые слова: культура; городское пространство; архитектура; культурно-просветительские комплексы; образование; досуговый центр.

Для цитирования: Белова Д.А., Петроченко Ю.Е. Социокультурное значение культурно-просветительских пространств в Красноярске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 120–132.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-120-132

*D.A. BELOVA, Y.E. PETROCHENKO,
The Institute of Architecture and Design*

SOCIAL AND CULTURAL SIGNIFICANCE OF CULTURAL AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN KRASNOYARSK

Purpose: The aim of this work is to review and analyze the needs of citizens and the city, concerning the cultural, spiritual and intellectual development, for the subsequent creation of

comfortable, diverse cultural and educational space in each area of the city. The paper studies the creation of the cultural and educational environment and examines the socio-cultural situation in the city. **Design/methodology/approach:** The theoretical approach is based on works of sociologists and philosophers, cultural studies, and a few studies of architects. In fact, there is no systematic approach to design of cultural and educational spaces in Russian cities. As a result, in practice a lack of understanding is identified for the role of the city environment as a social and economic system. There is also a shortage of such studies concerning Krasnoyarsk. As a result, the paper poses problems of designing a system of cultural space and complexes that currently develop in Krasnoyarsk. The role of culture for the city life along with the historical influence of cultural centers on the city development are considered. **Research findings:** Analyzing the location of cultural objects on the city map one can observe a stereotype that is established in the minds of people: the center is a cultural point, and the absence of cultural sites on the periphery or a sharp decrease of their quantity in non-central districts is supposedly normal. In most cities of Russia the phenomenon of cultural monocentricity is observed. It implies the concentration of the cultural function in the city center and its deficit on the periphery can be noticed. The analysis of needs of citizens is made for the potential subsequent creation of models of cultural and educational spaces in each city area. **Practical implications:** Based on the results, current trends and algorithms of the implementation of proposed scheme are suggested. Recommendations for approaches to the architectural design of cultural and educational complexes and spaces are made. Cultural and educational complexes seem not as vital for surviving as, for example, schools, universities, hospitals, etc. However, it is necessary to support the desire of citizens to visit cultural places, progress, learn independently (outside school or university), engage in creativity and create all possible conditions for their implementation. **Originality/value:** Taking into account the existing theoretical studies, a sociological survey is compiled for residents of the city. Using various theories, the needs for cultural development and social recognition are investigated. Based on the survey, a problem was formulated, and suggestions were made about the need for further research. It is found that the presence or absence of cultural spaces significantly influence the life of people in a particular district or city: the lack of alternatives for self-expression and leisure provokes the rise of internet, television and other forms of destructive activities, slowing down the cultural development of the city. The study provides the complex strategic solution for the problem.

Keywords: culture; urban space; architecture; cultural and educational environment; education; leisure center.

For citation: Belova D.A., Petrochenko Y.E. Sotsiokul'turnoe znachenie kul'turno-prosvetitel'skikh prostranstv v Krasnoyarske [Social and cultural significance of cultural and educational environment in Krasnoyarsk]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 120–132.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-120-132

Введение

Наличие культурно-просветительских пространств является отличительной чертой города. А.А. Правоторова упоминает данное свойство городской среды, называя его «культурной аккумуляцией» [10, с. 67; 12, с. 48]. Места притяжения людей посредством культурного досуга оказывают существенное влияние на уровень и качество жизни горожан и города в целом, поскольку возможность реализации творческого потенциала повышает уровень удовлетворенности горожан жизнью в городе. В настоящей статье приведен перечень вопросов, касающихся проектирования системы культурных пространств и комплексов, которые поднимаются на сегодняшний день в Красноярске. Рассматривается роль культуры в жизни индивида и города и историческое влияние культурных центров на развитие города.

Целью данной работы является рассмотрение и анализ потребностей горожан и города, касающихся культурно-духовного и интеллектуального развития, для последующего создания моделей комфортных, разнообразных культурно-просветительских пространств различного масштаба (квартальный/местный, районный) в каждом районе города.

Существующее состояние. Контекст исследования

Изучение вопроса создания системы культурно-просветительских пространств важно начать с рассмотрения социально-культурной ситуации и обстановки в городе.

В Красноярске на сегодняшний день представители молодежного сообщества отмечают следующие проблемы:

- несвязанность культурно-просветительских пространств, их фрагментарность;
- концентрированное скопление культурно-просветительских пространств в одном центральном районе и рассредоточенное и нерегулярное насыщение других районов культурной функцией;
- отсутствие культурно-просветительских комплексов в новых районах или наличие небольших по формату проведения и месту локаций в не приспособленных для этих функций местах (тренировочные залы/мастерские в жилых квартирах).
- недостаточная возможность для жителей периферийных районов реализовывать творческий потенциал из-за отсутствия локаций в их районах.

На примере анализа расположения культурных объектов по городу (рис. 1) можно наблюдать устоявшийся в сознании людей стереотип: центр – это культурная точка, а отсутствие культурных мест на периферии города или резкое снижение их количества в нецентральных районах – якобы нормальное явление.

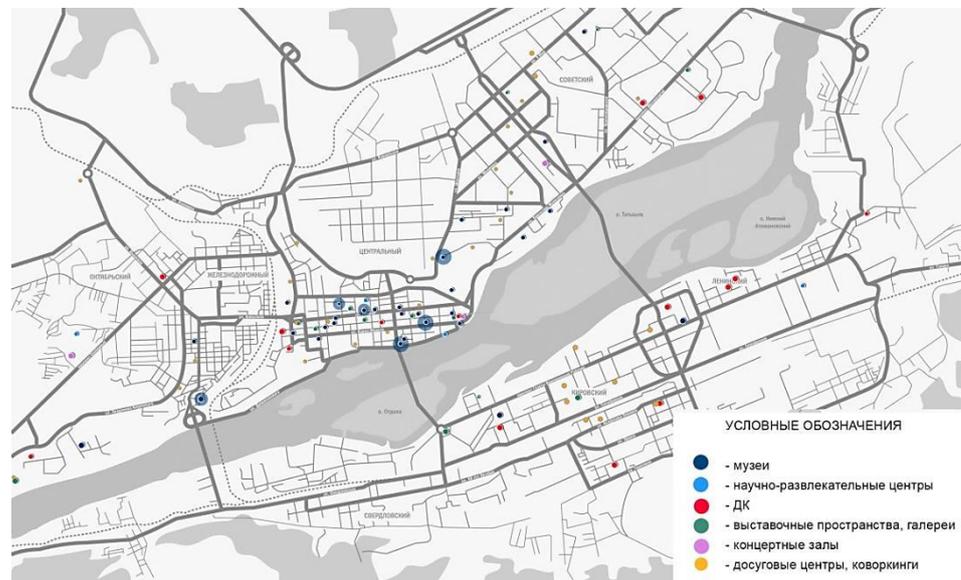


Рис. 1. Схема расположения культурно-просветительских пространств в Красноярске

Однако Джейн Джекобс [5], Ян Гейл [4] в своих трудах отмечали разнообразие и вариативность выбора, в том числе культурного досуга, как необходимого фактора гармоничного развития среды, который должен распространяться на весь город, а не только на центральную его часть. На рис. 1 представлена авторская схема Красноярска с указанием мест размещения культурно-просветительских и досуговых точек в городе – существующее состояние.

По мнению авторов, культурными точками являются: музеи, научно-развлекательные центры, дома и дворцы культуры, выставочные пространства, галереи, концертные залы, досуговые центры и коворкинги. В диссертационной работе, в рамках которой написана настоящая статья, укрупненно приводится классификация и разделение вышеобозначенных объектов на музейно-выставочные, зрелищные, клубные и центры науки и искусства.

Методологическая основа исследования

Linda N. Groat и David Wang [14] предлагают использование в архитектурных исследованиях комбинированной методологии. В данном исследовании применяется комбинация «логическая аргументация» (Logical Argumentation) и «качественное исследование» (Qualitative Research) на стратегическом уровне.

На тактическом уровне в качестве методов были выбраны теоретический анализ, комплексный градостроительный, урбанистический и социокультурный анализ на основе структуры города.

С учетом существующих теоретических исследований был составлен социологический опрос для жителей и гостей города. На вопросы онлайн анкеты ответили около 250 человек из разных районов города в возрасте от 16 до 65 лет. На основании этого исследованы потребности в культурном развитии и социальном признании сформулирована проблема и выдвинуты предположения о необходимости проведения дальнейших исследований.

Результаты теоретического анализа. Проекция на город

Роль культуры в жизни индивида и горожанина. Почему культура играет такую важную роль в жизни индивида и города? Контакт с культурой и произведениями искусства важен для человека, поскольку именно искусство создает уникальный образ городского пространства, а также влияет на формирование геокультурной идентичности [9, с. 59]. По Юнгу, искусство не только корректирует сознательные установки индивида, но и представляет «процесс саморегулирования в нашей жизни наций и эпох» [3, с. 65]. Реализация своего творческого потенциала и шанс без страха представить свои результаты публично на местном, хорошо знакомом и комфортном уровне, позволит людям почувствовать себя частью культурного общества без мысли о том, что культура и искусство – привилегия избранных. На сегодняшний день в Красноярске уже открываются камерные места, где каждый желающий может попробовать свои силы в роли художника, музыканта, поэта и т. п., но пока это еще не приобрело массовый характер.

Во все времена культурно-просветительские комплексы не являлись и до сих пор не являются обязательными местами посещения, необходимыми

для выживания (как, например, школы, университеты, больницы и т. д.) Искусство, по мнению Джейн Джекобс, имеет прикладное значение в городах, а именно оно используется для прояснения смысла и порядка городской жизни [5]. В свою очередь, функция города как социального образования, по Л. Мамфорду, – это налаживание механизма передачи культурного наследия (heritage). Желание жителей города посещать культурные места, развиваться, учиться самостоятельно (вне школы или университета) и заниматься творчеством, интересоваться искусством необходимо поддерживать и создавать все условия для их реализации.

Согласно пирамиде потребностей по Маслоу, как человек, так и общество развиваются, последовательно проходя все этапы от физиологических потребностей до духовного развития и понимания своей миссии. Ни человек, ни тем более общество не могут развиваться скачками, игнорируя нижние ступени или потребности в попытке сразу удовлетворить высшие. В пирамиде третья ступень отвечает за создание комфортного социального окружения, налаживание социальных связей, потребность быть в обществе и быть признанным им. На данном уровне развития человек способен сам формировать свое окружение, выбирать те круги, где он хочет общаться.

В связи с этим крайне важно дать жителям города возможность реализоваться творчески, создать возможность контакта с другими людьми и с самим собой. Возможность проведения выставок, организованных силами активистов, на специальных пространствах, необязательно в центральных городских выставочных залах, возможность арендовать и использовать различные мастерские с оборудованием для творчества – всё это выстраивает комфортные и развивающие отношения между людьми и пространством города. Такая культурно-просветительская точка совмещает в себе основные функции – творчество, образование, досуг и коммерцию – и объединяет различные группы людей [13]. Авторами была разработана схема (рис. 2), наглядно отражающая предполагаемую взаимосвязь групп посетителей, их запросов и примеров помещений или зданий, удовлетворяющих этим запросам.



Рис. 2. Диаграмма заинтересованных лиц

Влияние культурных центров на развитие города. Для целостного понимания ценности искусства и культуры для города необходимо рассмотреть эволюцию городов и развитие в них культурных центров.

Исторически горожане осознавали себя частью единого целого, т. к. обладали возможностью постоянно контактировать друг с другом в местах общих собраний (в церкви, на рынке и т. д.) [9, с. 50]. Небольшой город имеет ярко выраженный центр. Сегодня города в большинстве своем полицентричны, и чем больше город, тем больше развитых центров должно быть в его структуре. Данная взаимосвязь наглядно отражена на рис. 3 на примере разных по величине городов. Крупный город – Красноярск имеет право называться таковым – с одним крупным центром создает дисбаланс для жителей. Распределение культурных точек в городе неравномерно, их концентрация в определенных местах способствует сегрегации общества.



Рис. 3. Теоретический аспект развития городов и их центров

Кроме того, существующее сегодня понятие «макдональдизация» (McDonaldisation), в основе которого – господство предопределенности, блокирует творческое начало человека либо заставляет его выплескиваться в негативных или разрушительных формах [16, 19, 22]. Необходимо перейти от предопределенности индустриальной формации и общества потребления к новой формации (общество третьей волны), информационному обществу. Современный город – это постмодернистское пространство, которое создает одновременно впечатление контраста и органичности [9, с. 33].

Следовательно, можно предположить, что от того, по какому из сценариев развивается город, зависит культурный уровень развития и перспективы города. Крупный город со множеством культурных центров и точек закладывает у людей гармоничное восприятие жизни, обогащая духовный мир горожан. В противовес – неравномерный с культурной точки зрения город рискует прийти до неконтролируемого роста, материального пресыщения и бездумного потребления. Именно это, по мнению урбанистов, происходило с Римом – так называемый процесс разложения [3, с. 235].

Говоря о культурно-просветительских точках или пространствах, важно понимать: каждое место, согласно М. Наджафи, – это результат взаимодействия трех компонентов: физического пространства (ландшафта), деятельности человека и смысловых значений [17]. По мнению А.А. Правоторовой, «функция архитектурного сооружения состоит из его социальной миссии, средовой роли и назначения» [10, с. 21]. Х. Прошански в своей книге отмечает, что физический облик города или его части формируется под влиянием

горожан, но также и горожане испытывают его воздействие на стиль и образ жизни [9, с. 60; 18] посредством структуры города, дорог, построек и т. д.

С повышением культурного сознания сама архитектура и уличное искусство могут создать брендинг города и способствовать повышению имиджа территории как культурная составляющая [2]. Искусство через физические произведения влияет на политику и экономику города, повышая его стоимость [9, с. 30]. Таким образом, наблюдается взаимосвязь между поднятием уровня культуры в городе и городской презентабельностью на экономической и политической арене. Важно понимать: чем большему количеству людей будет представлена возможность развивать свои таланты в сфере искусства и культуры, тем выше будет рейтинг города и уровень жизни в нем.

Этот запрос был хорошо отработан в нашей стране в советский период. Во времена СССР в качестве культурно-просветительской точки были соседские клубы, которые существовали в каждом микрорайоне, и это было местом притяжения людей. В СССР и ряде социалистических стран клубами назывались культурно-просветительские учреждения, организующие досуг трудящихся и способствующие их коммунистическому воспитанию, образованию, развитию творческих потребностей. На сегодняшний день также ощущается потребность в образовании и занятии творчеством среди людей разных возрастов и социальных групп. И этот фактор можно расценивать как готовность общества подниматься выше по пирамиде потребностей.

Потребность в культурном развитии и социальном признании. Проводя параллель с созданием культурно-просветительских комплексов и пространств, можно сделать вывод, что именно в таких местах человек получает возможность найти и приобщиться к кругу людей со сходными интересами, уровнем интеллектуального и духовного развития, сформировать чувство принадлежности и причастности [15]. Создание собственного комфортного круга общения позволяет человеку продвигаться в развитии дальше – к познанию, самоуважению и самоактуализации. Отсутствие подобных мест общения и развития, конечно, не может полностью лишить человека возможности формировать собственный круг социальных контактов. Однако это может затруднить выстраивание социальных связей, поскольку часто люди на учебе или работе контактируют с людьми не из комфортного и подходящего им по интересам круга, а с теми, кто территориально находится в том же месте.

Результаты опроса общественного мнения

Теоретическая база, изучаемая в рамках настоящего исследования, позволила сформировать опрос для красноярцев и гостей города для выяснения мнения людей о посещении культурно-просветительских пространств. На вопросы интернет-анкеты ответили жители и гости города от 16 до 65 лет: более 55 % респондентов в возрасте от 18 до 24 лет, 18 % – в возрасте от 24 до 30 лет, 13 % – в возрасте до 18 лет. Согласно данным опроса, более 70 % ответивших женского пола, 34 % респондентов проживают в Октябрьском районе, 21 и 20 % – жители Советского и Железнодорожного районов соответственно.

На один из вопросов около 69 % респондентов ответили, что посещают культурно-просветительские центры реже желаемого из-за малого количества свободного времени (рис. 4).

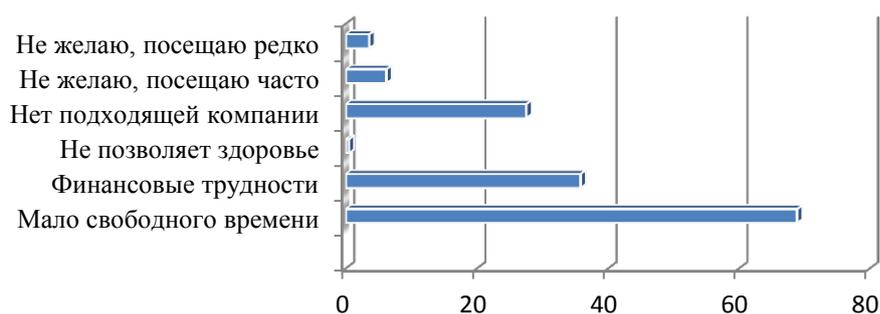


Рис. 4. Диаграмма ответов на вопрос: «Хотели бы Вы чаще посещать культурные заведения? Если да, то по каким причинам посещаете реже желаемого?»

С учетом транспортной ситуации в Красноярске затрачивание времени, в том числе на дорогу в часы пик, снижает желание горожан посещать подобные места. По мнению Г. Зиммеля [7], человек находится под определенного рода психологическим воздействием города. Н.П. Копцева в своих трудах отмечает, что «жизнь в городах намного интенсивнее и протекает в более быстром темпе, нежели в селах и деревнях, что, безусловно, сказывается на душевном состоянии жителя» [9, с. 26].

В рамках опроса жители города также отмечают, что в большинстве случаев их устраивает качественное содержание проводимых мероприятий, однако ощущается дефицит мест проведения культурно-просветительских и досуговых событий. Таким образом, опрос доказывает важность создания сети культурно-просветительских пространств и насыщения культурной функцией разных мест в каждом районе города.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что наличие или отсутствие культурно-просветительских мест оказывает влияние на уклад жизни людей в конкретном районе или городе. Лишая некоторые районы подобных мест, город вынуждает жителей либо ездить в популярные места, затрачивая время и силы на дорогу, либо человек теряет желание посещать культурно-просветительские пространства, предпочитая легкодоступные виды досуга – телевидение и интернет. По мнению исследователей [Там же], индивид в городе становится более восприимчивым, однако его чуткость притупляется. Всегда существует точка выбора, и важно сделать так, чтобы выбор в сторону развития, культурного досуга и реализации стал проще и привлекательнее для горожан, особенно в крупных городах. Ведь когда выбор невелик, люди вынуждены оставаться в тех местах, где они есть как с физической точки зрения, так и ментальной.

Справедливо упомянуть, что вопрос пространства места и пространства потоков поднимал Мануэль Кастельс. В своих трудах Кастельс делает допущение, что пространство – это не отображение общества, а его выражение. Иными словами, каково общество – таково и пространство [8]. Так же верно и обратное утверждение – каково пространство, таково и общество. По Кастельсу, главная проблема общества заключается в том, что «народы и люди еще живут в конкретных местах, а власть и основные функции организованы

в пространстве потоков» [3, с. 68]. Создание подходящих условий для просвещения и доступного интеллектуального и эмоционального развития потенциально способно подтолкнуть общество в конкретном районе проживания реализовать свой интеллектуальный и творческий потенциал [20].

Современные тенденции и алгоритмы реализации подобного плана задач. Что делать? Как? Какие положительные тенденции в культурно-просветительской области можно отметить на сегодняшний день и каким образом архитекторы и социологи могут реализовать необходимые процессы в городе?

Культура сегодня интересуется необычными местами в городе. Наблюдается тенденция преобразования бывших промышленных объектов в культурные пространства, и люди активно интересуются историей места. Еще одна тенденция времени – стремление показать, помимо результата, акт творчества, процесс создания произведения. Происходит широкое внедрение технологий в процесс творчества и наблюдения за ним. На архитектурном облике объекта это часто может отражаться в исчезновении границ между внутренним и внешним пространством с помощью стеклянных стен, витрин, демонстрации мастерских и репетиционных залов внешней среде. Происходит перетекание пространств и функции изнутри наружу и снаружи внутрь. Активно используется прилегающее к зданию открытое общественное пространство. Вместо полностью определенных пространств создаются пространства для творческого контакта [21]. Таким образом, демонстрируя процесс и осваивая новые общественные и культурные пространства, художник (любой человек, занимающийся творчеством, образованием в культурно-просветительском пространстве) является проводником между новым освоенным им городским местом и жителями [6].

Кроме того, решением вопроса развития креативной экономики может стать использование существующих незанятых помещений с дальнейшим их переоборудованием под культурно-просветительское пространство. Такой подход, описанный в труде Г. Саннофа [11] как результат воркшопа в Северной Каролине, позволяет решить проблему нехватки средств или иных ресурсов при создании нового пространства в отдаленных районах города или сельских местностях. В воркшопе активно участвовали представители местных сообществ, и именно мнение жителей и привлечение их творческого потенциала к проектированию позволило разработать проект реконструкции недействующей водопроводной станции под арт-центр, максимально удовлетворяющий потребностям жителей.

Возрастание интереса горожан к какому-то позитивному явлению, хобби или виду деятельности часто проявляется эволюционными взрывами. Так, в Красноярске за относительно короткий промежуток времени (менее 10 лет) резко выросло количество людей, ведущих здоровый образ жизни, занимающихся спортом, использующих в том числе городское пространство – дворовые и городские спортплощадки, остров Татышев и т. п. Создание подходящих мест для занятий спортом, а также позитивная инициатива от властей города способствуют пробуждению и/или активации интереса горожан к спорту, искусству, науке, культуре и т. д. и воспитанию созидательного образа мышления. Так же как повсеместное открытие кофеен и кондитерских (и периоди-

ческое проведение обучающих мастер-классов, музыкальных сессий или лекций в них) вместо, например, питейных заведений, дает возможность жителям и гостям приятно и комфортно провести время, формируя дружелюбную, физически и эмоционально безопасную среду.

В связи с этим архитектурное проектирование на сегодняшний день становится неотделимым от социологических исследований. Социальное содержание архитектурного проектирования раскрывается на трёх уровнях. Во-первых, архитектору важно выбрать и придерживаться определенной стратегии обращения с социальной информацией. Во-вторых, проектирование важно рассматривать как процесс интерпретации этой информации. В-третьих, архитектор моделирует архитектурные пространства и формы как имеющие социальные смыслы и значения. Моделируя пространство и форму, архитектор воспроизводит и программирует социальную организацию. Это становится возможным благодаря способности человека распознавать в архитектуре закодированные в ней сведения об обществе: от системы власти и доминирования до устройства социальных институтов, социальных функций отдельных зданий, территориальных притязаний социальных групп культурной и национально-этнической принадлежности архитектурных объектов, предписываемых образцов поведения [1].

Обсуждение результатов исследования

Теоретическая база по данному вопросу основывается на трудах социологов, культурологов, философов и немногочисленных исследованиях архитекторов. Однако исследования являются разрозненными и мало транслированы в практику проектирования, отсутствует системный подход к проектированию культурно-просветительских пространств. В результате на практике существует недостаток понимания роли данных пространств в городе как социальной и экономической системы. Также существует дефицит подобных исследований для условий Красноярска.

В данной работе представлены доказательства того, что культурные пространства нужны для города, и не менее важно их системное расположение в структуре города. Помимо этого, проиллюстрировано существующее расположение культурно-просветительских центров в Красноярске и показано их неравномерное расположение в структуре города. Результаты опроса показывают мнения и потребности горожан в каждом районе в создании определенного вида культурно-просветительских комплексов.

Заключение

Рассмотренные в статье вопросы нуждаются в дальнейшем комплексном изучении с точки зрения социологии, культуры, философии и архитектуры. Специалисты вышеупомянутых сфер сходятся во мнении, что необходимо уйти от стереотипа «культура находится в центре города». Город с точки зрения культуры должен быть полицентричен во избежание сегрегации общества. Развитие горожан в сфере искусства и культуры будет способствовать выстраиванию правильных социальных связей между индивидами, комфортному самочувствию жителей, а также росту рейтинга города, а соответственно, и уровню жизни в нем.

Архитектурное проектирование на сегодняшний день становится неотделимым от социологических исследований. Опрос общественного мнения показал, что жители всех районов города высказывают заинтересованность в появлении новых культурных площадок в их районах проживания. Таким образом, создание сети культурно-просветительских площадок, комплексов в комфортной доступности для всех районов города станет связующим звеном в повышении культурного сознания жителей. Данный тезис подлежит дальнейшей практической проверке.

Культура сегодня интересуется необычными местами в городе. На архитектурном облике объекта это часто может отражаться в исчезновении границ внешнего и внутреннего пространства. Новый объект должен быть гибким, вариативным, с интересным дизайном и способностью к трансформации. Современные тенденции, наблюдаемые в сфере культуры, архитектуры, способны помочь выстроить стратегию развития и проектирования грамотных культурно-просветительских пространств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белова Д.А. Социология архитектуры. Курс лекций. Красноярск : СФУ, 2018.
2. Важенина И.С. Имидж и репутация территории как основа продвижения в конкурентной среде // Маркетинг в России и за рубежом. 2006. № 6.
3. Вильковский М. Социология архитектуры. М. : Фонд «Русский авангард», 2010. 592 с.
4. Гейл Ян. Города для людей : пер. с англ. / изд. на русском языке – Концерн «КРОСТ». М. : Альпина Паблишер, 2012. 276 с.
5. Джекобс Д.Д. Смерть и жизнь больших американских городов : пер. с англ. М. : Новое издательство, 2011. 460 с.
6. Доклад Алена Элу в рамках дискуссии на тему «Новые урбанистические задачи: городской пейзаж и инновационные пространства». Красноярск, 2018.
7. Зиммель Г. Большие города и духовная жизнь. М. : Логос, 2002. № 3–4. Условия доступа : <http://magazines.russ.ru/logos/2002/3/zim.html>
8. Кастельс М. Социология информационного общества Мануэля Кастельса и архитектура постмодерна. Условия доступа : <http://scibook.net/obschaya-sotsiologiya-kniga/sotsiologiya-informatsionnogo-obschestva-19216.html>
9. Копцева Н.П., Сертакова Е.А. Социокультурное пространство современного российского города (на материале анализа города Красноярска). Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. 128 с.
10. Правоторова А.А. Социально-культурные основы архитектурного проектирования. СПб. : Лань, 2012. 288 с.
11. Санофф Г. Соучастующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов : пер. с англ. / под ред. Н. Смигирева, Д. Смирнова. Вологда : Проектная группа 8, 2015. С. 117–129.
12. Щепаньский Я. Элементарные понятия социологии. М., 1969.
13. Cavicchi E. Shaping and Being Shaped by Environments for Learning Science. Science & Education. 2017. V. 26 (5). P. 529–556. URL : <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9910-6>
14. Groat Linda N., David Wang. Architectural research methods. Second Edition. 2013. 480 p.
15. Mayblin L., Valentine G., Kossak F., Schneider T. Experimenting with spaces of encounter: Creative interventions to develop meaningful contact // Geoforum. 2015. V. 63. P. 67–80. URL : <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.03.010>
16. Mayer M. First world urban activism: Beyond austerity urbanism and creative city politics // City. 2013. V. 17 (1). P. 5–19. URL : <https://doi.org/10.1080/13604813.2013.757417>
17. Najafi M., Shariff M.K. The concept of a place and sense of place in architectural studies // International J. of Human and Social Sciences. 2011. V. 6 (3). P. 187–193.
18. Proshansky H.M. The city and self-identity // Environment and Behavior. 1978. P. 57–83.

19. *Ritzer G.* Islands of the Living Dead // *American Behavioral Scientist*. 2003. V. 47 (2). P. 119–136. URL : <https://doi.org/10.1177/0002764203256179>
20. *Tonkiss F.* Austerity urbanism and the makeshift city // *City*. 2013. V. 17 (3). P. 312–324. URL : <https://doi.org/10.1080/13604813.2013.795332>
21. *Tschumi B.* Architecture and disjunction. MIT Press, 1996. URL : https://books.google.ru/books?id=72P3PQr2tqAC&dq=Tschumi,+Bernard,+Architecture+and+disjunction&lr=&source=gbs_navlinks_s
22. *Tschumi B.* Six Concepts. Excerpt from Architecture and Disjunction. MIT press, 2006.

REFERENCES

1. *Belova D.A.* Sotsiologiya arkhitektury [Sociology of architecture]. Krasnoyarsk, 2018. (rus)
2. *Vazhenina I.S.* Imidzh i reputatsiya territorii kak osnova prodvizheniya v konkurentnoi srede [The image and reputation of territory as a basis for advancement in competitive environment]. *Marketing v Rossii i za rubezhom*. 2006. No. 6. (rus)
3. *Vil'kovskii M.* Sotsiologiya arkhitektury [Sociology of architecture]. Moscow: Russkii avangard, 2010. 592 p. (rus)
4. *Gehl J.* Goroda dlya lyudei [Cities for people]. Moscow: Al'pina Publisher, 2012. 276 p. (transl. from Engl.)
5. *Jacobs J.* Smert' izhizn' bol'shikh amerikanskikh gorodov [The death and life of great American cities]. Moscow: Novoe izdatel'stvo, 2011. 460 p. (transl. from Engl.)
6. *Doklad Alena Elu v ramkakh diskussii na temu "Novye urbanisticheskie zadachi: gorodskoi peizazh i innovatsionnye prostranstva"* [Presentation by Alain Elu on the discussion on "New Urban Challenges: Urban Landscape and Innovative Spaces"]. Krasnoyarsk, 2018.
7. *Simmel G.* Bol'shie goroda i dukhovnaya zhizn' [The metropolis and mental life]. Moscow: Logos, 2002. (transl. from Germ.)
8. *Castells M.* Sotsiologiya informatsionnogo obshchestva Manuelya Kastel'sa i arkhitektura postmoderna [Sociology of the information society of Manuel Castells and postmodern architecture]. Available: <http://scibook.net/obschaya-sotsiologiya-kniga/sotsiologiya-informatsionnogo-obschestva-19216.html> (rus)
9. *Koptseva N.P., Sertakova E.A.* Sotsiokul'turnoe prostranstvo sovremennogo rossiiskogo goroda [Socio-cultural space of the modern Russian city]. Krasnoyarsk, 2015. 128 p. (rus)
10. *Pravotorova A.A.* Sotsial'no-kul'turnye osnovy arkhitekturnogo proektirovaniya [Socio-cultural foundations of architectural design]. St.-Petersburg: Lan', 2012. 288 p. (rus)
11. *Sannof H.* Souchastvuyushchee proektirovanie. Praktiki obshchestvennogo uchastiya v formirovani sredi bol'shikh i mal'kh gorodov [Community participation methods in international journal of architectural computing, design and planning]. Vologda: Proektnaya gruppa 8, 2015. Pp. 117–129. (transl. from Engl.)
12. *Shchepanskiy Ya.* Elementarnyye ponyatiya sotsiologii [Basic concepts of sociology]. Moscow 1969.
13. *Cavicchi E.* Shaping and being shaped by environments for learning science. *Science & Education*. 2017. V. 26. No. 5. Pp. 529–556. Available: <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9910-6>
14. *Groat L.N.* Architectural research methods. 2nd ed., David Wang. 2013. 480 p.
15. *Mayblin L., Valentine G., Kossak F., Schneider T.* Experimenting with spaces of encounter: Creative interventions to develop meaningful contact. *Geoforum*. 2015. V. 63. Pp. 67–80. Available: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.03.010>
16. *Mayer M.* First world urban activism: Beyond austerity urbanism and creative city politics. *City*. 2013. V. 17. No. 1. Pp. 5–19. Available: <https://doi.org/10.1080/13604813.2013.757417>
17. *Najafi M., Shariff M.K.* The concept of a place and sense of place in architectural studies. *International Journal of Human and Social Sciences*. 2011. V. 6. No. 3. Pp. 187–193.
18. *Proshansky H.M.* The city and self-identity. *Environment and Behavior*. 1978. Pp. 57–83.
19. *Ritzer G.* Islands of the Living Dead. *American Behavioral Scientist*. 2003. V. 47. No. 2. Pp. 119–136. Available: <https://doi.org/10.1177/0002764203256179>
20. *Tonkiss F.* Austerity urbanism and the makeshift city. *City*. 2013. V. 17. No. 3. Pp. 312–324. Available: <https://doi.org/10.1080/13604813.2013.795332>

21. *Tschumi B. Architecture and disjunction*. MIT Press, 1996, Available: https://books.google.ru/books?id=72P3PQr2tqAC&dq=Tschumi,+Bernard,+Architecture+and+disjunction&lr=&source=gbs_navlinks_s
22. *Tschumi B. Six Concepts*. Excerpt from architecture and disjunction. MIT Press, 2006.

Сведения об авторах

Белова Дарья Александровна, ст. преподаватель, Институт архитектур и дизайна Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а, dariia.belova@gmail.com

Петроченко Юлия Евгеньевна, магистрант, Институт архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а, iuliia_ev@mail.ru

Authors Details

Dariya A. Belova, Senior Lecturer, The Institute of Architecture and Design, 82, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, dariia.belova@gmail.com

Yulia E. Petrochenko, Undergraduate Student, The Institute of Architecture and Design, 82, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, iuliia_ev@mail.ru

УДК 711.1

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-133-143

*А.А.Х. АЛЬ-ДЖАБЕРИ, М.В. ПЕРЬКОВА,
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова*

КОНЦЕПЦИИ НОВОГО УРБАНИЗМА: ТРАНССЕКТОРНОЕ РАЗВИТИЕ, ИЛИ РАЗРЕЗНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

На сегодняшний день достаточно активно в градостроительстве развиваются принципы нового урбанизма – концепция, которая получила своё развитие от идеи города-сада. Это связано с наличием проблем в городах, которые обусловлены быстрыми темпами урбанизации и ее влиянием на природный каркас и комфортность городской среды. Исследованиями в этой области велись такими зарубежными теоретиками и практиками градостроительства, как Э. Говард, П. Геддес, Д. Джекобс, Я. Гейл, Л. Криер, А. Дуани и др. Одним из основных положений, на которые опирается концепция нового урбанизма, является транссекторное развитие, или разрезное планирование. Оно разработано Андресом Дуани и представляет собой ряд плавно сменяющих друг друга зон от пригодных к городским с определенными параметрами. В статье рассмотрена идея соседства как один из принципов движения нового урбанизма. Принцип соседства и последующее развитие этой идеи начинает проследиваться с работ Джейн Джекобс в США, Леона Круера в Европе и родоначальников Андреса Дуани и Элизабет Платер-Зибек (*Andres Duany and Elizabeth Plater-Zyberk*). Проведено сравнение с обычным пригородным развитием, а затем развитием разрезного планирования и пространственных уровней, а также их характеристик. Выявлено, что традиционная идея соседства основана на принципах градостроительства и архитектуры, которые работают вместе для создания пешеходных и многофункциональных и устойчивых сообществ. Они могут быть применены к любым проектам распределения в пределах города, общин, а также пригорода.

Ключевые слова: новый урбанизм; дизайн соседства (TND); обычное пригородное развитие (CSD); разрезное планирование; транссекторное развитие.

Для цитирования: Аль-Джабери А.А.Х., Перькова М.В. Концепции нового урбанизма: транссекторное развитие, или разрезное планирование // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 133–143.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-133-143

*A.A. H. AL-JABERI, M.V. PERKOVA,
Belgorod State Technological University Named After V.G. Shukhov*

CONCEPTS OF NEW URBANISM: TRANSECT DEVELOPMENT OR TRANSECT PLANNING

Today, the principles of New Urbanism, a concept that has been developed from the idea of a garden city, are developing quite actively in urban planning. This is due to the presence of problems in cities, which are due to the rapid pace of urbanization and its impact on the natural frame and comfort of the urban environment. Research in this area was conducted by such foreign theorists and urban planning practitioners as E. Howard, P. Geddes, J. Jackobs, I Gale, L. Krier, A. Duany, etc. One of the main provisions on which the concept of New Urbanism is based is transector development or split planning (transect planning). It is designed by Andres Dauny and is a series of smoothly replacing each other zones from suitable to urban with certain parameters.

The article considers the design of the neighborhood as one of the ideas of the movement of new urbanism. The design principle and the subsequent development of this idea begins to be traced to the works of Jane Jacobs in the United States, Leon Krier in Europe and the Traditional Neighborhood Design (TND) projects of Andres Duany and Elizabeth Plater-Zyberk. A comparison is made with the Conventional Suburban Development was presented, and then the development of transect planning and transect levels and their characteristics. It is revealed that TND is based on the principles of urban planning and architecture, which work together to create pedestrian, and multifunctional and sustainable communities. They can be applied to any distribution projects within the city, communities, and also suburbs.

Keywords: new urbanism; Traditional Neighborhood Design; Conventional Suburban Development; transect planning; transect development.

For citation: Al-Jaberi A.A.H., Perkova M.V. Kontseptsii novogo urbanizma: transsektornoe razvitiye, ili razreznoye planirovaniye [Concepts of new urbanism: transect development or transect planning]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturostroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 133–143.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-133-143

Введение

Рассмотрим одно из основных положений, на которые опирается концепция нового урбанизма – транссекторное развитие, или разрезное планирование (transect planning). Очевидные корни идеи традиционного дизайна соседства (Traditional Neighborhood Design) (TND) наиболее очевидно прослеживаются в работе Джейн Джекобс в США и Леона Криера в Европе. В книге «The live and death of American dream» (1961). Д. Джекобс за свой интерес к идее нового урбанизма и обеспечения взаимодействия людей и города была названа «матерью нового урбанизма» [1]. Ею были отмечены неудачи модернистских идей планирования – высотные здания и большие парки для поддержания смешанного использования этнических кварталов Гринвич-Виллидж, которые она любила. Она связывала снижение вежливости с изменениями в городской форме [2].

Если Джекобс была названа «матерью нового урбанизма», то Леона Криера (Leon Krieger) авторы той же книги назвали «отцом нового урбанизма». В его работах преобладает идея развития города, состоящего из близких пешеходных общин, в которых места для жизни, работы и отдыха построены бок о бок и интегрированы друг с другом, а не разделяются на отдельные области. Криер известен как резкий критик «модернизма» и решительный сторонник возвращения к традиционным принципам в строительстве и дизайне. Его книга «The Architecture of Community» представляет собой почти полную коллекцию его произведений, иллюстраций и рисунков, созданных им на протяжении всей жизни [3]. С его точки зрения, хороший город визуально согласован и многофункционален. Криер рассматривал компактные доиндустриальные города как модели мест, которые объединяют городские функции, избегая путаницы, порождённой сочетанием стилей здания или включением негородских элементов.

Кевин Линч (Kevin Lynch) посвятил значительную часть своей карьеры попытке предложить руководство по хорошей городской форме в своей книге

«The image of the city». В ней предложена теория планирования, которая говорит о том как элементы городской формы влияют на функции и вид городской среды [4]. На рис. 1 представлены элементы городской формы согласно теории Кевина Линча.

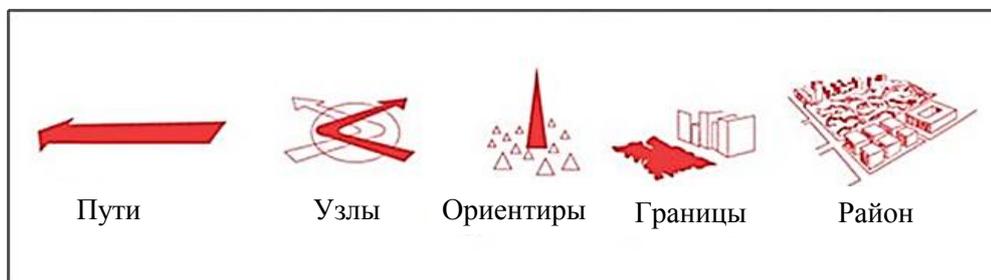


Рис. 1. Элементы городской формы, согласно Кевину Линчу

Идеи традиционного дизайна соседства в значительной степени развивались благодаря влиянию работ архитекторов и планировщиков – Андреса Дуани и его жены Элизабет Платер-Зибек (фирма DPZ – Duany Plater-Zyberk). Они стали пионерами движения нового урбанизма в архитектуре и в 1980 г. разработали дизайн приморья Флориды. Их подход сначала был известен как «развитие традиционных кварталов соседства», который используется для размещения жилья, мест отдыха, разноструктурных центров и пригородных территорий. Они наиболее известны тем, что разработали идею неортогонального градостроительства или традиционного дизайна соседства [5]. Андрес Дуани и Элизабет Платер-Зибек добавили акцент на местный народный краеведческий городок или деревню, на классические идеи возрождения рациональной архитектуры. Они определили центр города с его сочетанием коммерческого, гражданского и жилого использования в качестве основы общинной идентичности и общительности: центр гарантирует формальное обращение с архитектурой и уличным рисунком, а также площадь или зелёные места для гражданской деятельности [6].

Основной единицей этого подхода является соседство, размер которого составляет 40–200 акров. Структурирование этого района имеет радиус более $\frac{1}{4}$ мили и спроектирован таким образом, чтобы расстояние от дома до местных парков оставалось в пределах 3 мин ходьбы, а за 5 мин можно было бы добраться до площади или центрального пространства. С этой точки зрения дизайн каждого квартала содержит различные группы прибыльности. Они предложили использовать помещения для жилого пользования над коммерческими, в горизонтальных слоях планирования. Они разработали сочетание типов жилья, от квартир над гаражами до отдельных домов, со средней плотностью и низким подъёмом. Для DPZ смешивание является универсальным средством, которое может гарантировать, что новые районы не способствуют разрастанию. Они возродили роль аллей и переулков в доступе к автомобилю, сняв гараж с передней части дома и заменив его парковкой на улице или переулке. Большинство их конструкций используют планировочную сетку или модифициро-

ванные сетчатые схемы улиц, предназначенные для предоставления маршрута для автомобилей и пешеходов. Небольшие расстояния от дома до центра позволяют людям выбирать для перемещения по территориям движение пешком. Расположение крыльца в фасадной части домов обеспечивает переходные пространства между общественными и частными сферами и улучшает социальное взаимодействие в соседствах. Дома придвигаются близко к краю улицы, чтобы придать ощущение города. Узкие улицы замедляют движение, и высококачественный городской дизайн создаёт ощущение места и истории. Районы с соответствующим расположением и характеристиками, а также функциональные и красивые аллеи могут сочетать природную среду и жилые и коммерческие помещения в устойчивом взаимодействии. Они создают фундаментальные элементы организации нового урбанизма как соседства, района и коридора, а затем представляют принципы проектирования для каждого из них. Согласно этому факту идеальное соседство должно включать [7]:

- центр и окраину;
- оптимальный размер, равный 1,25 мили окраины от центра;
- сбалансированное сочетание, включающее в себя элементы для жизни, совершения необходимых покупок и работы, посещения школы, религиозных общин и отдыха;
- сеть связанных улиц, организующая место зданий и трафика.

В результате А. Дуани и Э. Платер-Зибек сравнили два вида урбанизма: соседство, которое было моделью в Северной Америке от первых поселений до Второй мировой войны и хорошо известного традиционного дизайна (TND), и пригородное разрастание, которое было с тех пор образцом и хорошо известным обычным пригородным развитием (Conventional Suburban Development (CSD)) [8]. Они четко дифференцируют сообщества CSD и TND, чтобы максимально увеличить вероятность того, что надлежащие критерии проектирования используются для создания хорошо выполненных сообществ TND. Это важно, поскольку геометрия улиц, смежное использование земли и другие элементы должны поддерживать более высокий уровень транзитной, пешеходной и велосипедной активности, по сравнению с CSD. Сравнение сообществ CSD и TND представлено в табл. 1 и на рис. 2.

После успеха и огласки проекта TND фирма DPZ получила много заказов. Новые проекты, осуществленные по принципу традиционного дизайна соседства (TND) приморья Флориды, начали распространяться по всей стране. Со временем многие другие разработчики, градостроители и архитекторы успешно работали в этих направлениях. Однако большинство проектов TND столкнулись с серьезными препятствиями от неуступчивых муниципальных планировщиков и тревожных кредиторов. В 1993 г. ветераны идей урбанизма встретились в Александрии (штат Вирджиния) и основали Конгресс нового урбанизма (CNU). Три года спустя они разработали Хартию нового урбанизма и с тех пор встречаются ежегодно [9].

Планирование сообществ TND происходит на нескольких уровнях, включая регион, сообщество, квартал и, наконец, улицу и здание. Планирование должно учитывать контекст моделей развития, внимательно рассматривая взаимосвязь между землепользованием, зданиями и видами транспорта в интегрированной форме [10].

Таблица 1

Сравнение между CSD и TND сообществами согласно DPZ

Характеристики	Обычное пригородное развитие (CSD)	Традиционный дизайн соседства (TND)
Дизайн сообщества	Разрастание дисциплинировано только изолированными кластерами, которые предназначены для отдельных видов использования, таких как торговые центры, офисные парки и жилые кластеры. Жилище строго изолировано в крупных кластерах, содержащих единицы аналогичной стоимости, препятствующие социально-экономическому разнообразию	Соседство – это комплексный процесс планирования: когда он структурирован с другими, он становится городом; когда он стоит в ландшафте, то становится деревней. Соседство изменяется от популяции и плотности для обеспечения локализованных условий
Размер сообщества	Все виды деятельности недоступны друг для друга, кроме как на машине. Разрастание ограничено только автомобилем. Легко образует водосборные площади для розничной торговли, часто превышающие 50 миль	Соседства ограничены по размеру, поэтому большинство населения находится в 5 мин ходьбы от центра (1/4 мили). Потребности повседневной жизни теоретически доступны в этой области. Этот центр обеспечивает отличное место для транзитной остановки, удобных рабочих мест, магазинов, общественных мероприятий и досуга
Улицы сообщества	Существует много тупиков и круговых улиц в пределах каждого кластера. Транзитное движение возможно только с помощью нескольких «коллекционных» улиц, которые легко перегружаются. Автомобильный транспорт контролирует масштаб и форму пространства, широкие автомобильные дороги формируют масштаб улицы. Парковочные места обязательны в общественном пространстве	Улицы собраны в сети, так что есть альтернативные маршруты для большинства перемещений. Это позволяет улицам быть компактнее, с более медленным движением, а также иметь парковки, деревья, тротуары и здания. Они предназначены как для транспортных средств, так и для пешеходов. Ширина улицы преимущественно определяется стенами зданий, движение в основном пешеходное по тротуарам, машин – без остановки на автостоянках
Строительство	Здания часто очень четко ориентированы, повернуты на своих участках и сильно удалены от дорог. Они не могут создать пространственное определение или ощущение места. Гражданские здания обычно не являются выдающимися объектами	Здания разнообразны по функциям, но совместимы по размеру и расположены по своим секциям. Существует смесь домов (больших и малых), хозяйственных построек, небольших многоквартирных домов, магазинов, ресторанов, офисов и складов. Гражданские здания (школы, залы для собраний, театры, церкви, клубы, музеи и т. д.) часто размещаются на площадях или свободных пространствах. Здания, построенные в важных местах, служат ориентиром
Открытые пространства	Открытое пространство предоставляется в виде специализированных площадей, игровых площадок и парков, а в случае деревень – зелёных насаждений	Открытое пространство предоставляется в виде специализированных площадей, игровых площадок и парков, а в случае деревень – зелёных насаждений



Рис. 2. Сравнение между сообществами CSD и TND согласно DPZ

CNU разработал хартию принципов, но принципы могут быть достигнуты разными способами. Новый урбанистский «лексикон» был подготовлен и постоянно обновляется DPZ [11]. На фирме DPZ также был создан «трансект», который организует стандарты проектирования в шести зонах: от сельских до крупных городов [12].

Специализированные сооружения, вредные производства и другие элементы урбанизированной среды, которые не могут или не должны располагаться вблизи жилых зон, выносятся в специализированные районы (SD – special district) [13]. На рис. 3 показан разрез планировки «от города к селу» – модель градостроительного планирования, созданная Андресом Дуани, сторонником теории нового урбанизма.



Рис. 3. Разрез планировки «от города к селу» – модель градостроительного планирования

Трансакция представляет собой географическое сечение области, используемой для выявления последовательности сред. Для окружающей среды человека это поперечное сечение можно использовать для определения набора мест обитания, различающихся по уровню и интенсивности городского характера, континууму, который варьируется от сельского до городского.

При разрезной планировке этот диапазон сред является основой для организации компонентов построенного мира: строительство, участок, землепользование, улица и все другие физические элементы среды обитания человека.

Одной из ключевых концепций планирования секторов-трансектов является идея создания так называемых иммерсивных сред (*immersive environments*).

Этот термин заимствован из понятия виртуальной реальности – подполя информатики, в котором построены когнитивные пространственные представления (т. е. трёхмерная компьютерная графика) для имитации фактического движения через взаимодействие с конкретной средой. Когда эти виртуальные среды успешны, они, как говорят, представляют собой виртуальные модели, которые функционируют так, как если бы они были реальными средами.

Участники, которые успешно «погружены» в виртуальное пространство, будут иметь иллюзию фактического присутствия в этом пространстве, потому что оно согласовано, его элементы работают и выполняют ожидаемые функции. Эта работа основана, в частности, на выборе и компоновке всех элементов, которые вместе образуют определённый тип среды [14].

Разрезное планирование вводит в использование методы экологической оценки жилой территории при проектировании микрорайона.

Профессиональные границы между природным и антропогенным пространством исчезают, позволяя специалистам по окружающей среде оценить проект городской среды, а урбанистам поддержать жизнеспособность природы [15].

Эта модель зонирования трансектов позволяет новым урбанистическим проектам функционировать в самых разных условиях: от типичных пригородных районов до высотных квартир. Фактически новый урбанистский трансект вынуждает нас пересмотреть то, что сделано и не составляет пригород [9]. С идеей трансекта можно связать ряд важных планировщиков и подходов к планированию. Эта линия наиболее прямолинейна в региональном планировании (Патрик Геддес). На самом деле, регионалистская перспектива – это основа многих современных идей планирования.

Главная задача разрезного планирования – найти основные компоненты. Как только они будут обнаружены, принципы планирования трансакции могут быть применены для исправления неуместного перемешивания сельских и городских элементов.

Нахождение надлежащего баланса между природной и антропогенной средами приведет к созданию более качественных мест в каждой точке спектра и положит конец созданию условий разрастания.

В табл. 2 показан пространственный уровень и характеристики зон (Т-зон) разрезного планирования.

Таблица 2

Пространственные уровни и характеристики разрезного планирования

Т-зоны	Характеристики	Пространственный уровень
Т1	Землепользование: природный заповедник, отдых и кемпинг	 <p>Природная зона состоит из земель, превращающихся в пустыни, включая земли, не пригодные для поселения из-за топографии, гидрологии или растительности</p>
	Строительство: коммунальная инфраструктура, сельскохозяйственные здания и фермерские дома, жилье рабочих-мигрантов и кемпинги	
	Частный фасад: общие ландшафты	
	Общественный фасад: парки и натуралистическая посадка, велосипедные дорожки	
	Проезд: автомобильные дороги	
	Открытые пространства: парки	
Т2	Землепользование: природный заповедник, отдых и кемпинг	 <p>Сельская зона состоит из земель в открытом или культивируемом состоянии или редко заселенных, включая леса, сельскохозяйственные угодья, луга и орошаемые пустыни</p>
	Строительство: коммунальная инфраструктура, сельскохозяйственные здания и фермерские дома, жилье рабочих-мигрантов и кемпинги	
	Частный фасад: общие ландшафты	
	Общественный фасад: низины и натуралистическая посадка, велосипедные дорожки	
	Проезд: автомобильные дороги	
	Открытые пространства: сельское хозяйство, лес, сады и парки	
Т3	Землепользование: низкая плотность жилых и домашних занятий	 <p>Пригородная зона по плотности похожа на обычные пригородные жилые районы, отличается превосходной связностью и разрешением домашних занятий. Она обычно примыкает к другим городским Т-зонам, имеет пейзажные посадки</p>
	Строительство: дома и хозяйственные постройки	
	Частный фасад: общие газоны, подъезды, заборы, натуралистическая посадка деревьев	
	Общественный фасад: открытые ряды, некоторые плоские бордюры, велосипедные дорожки и натуралистичная посадка деревьев	
	Проезд: дороги и улицы; полосы озеленения, некоторые немощенные пространства	
	Открытые пространства: фруктовый сад, парки и зеленые насаждения	

Окончание табл. 2

Т-зоны	Характеристики	Пространственный уровень
Т4	Землепользование: жилые и домашние занятия средней плотности, ограниченные коммерческие и жилые помещения	 <p>Общая городская зона имеет более плотную и преимущественно жилую городскую ткань. Смешанное использование обычно ограничивается определёнными углами. Эта зона имеет широкий спектр типов зданий: одиночные, пригородные и рядовые дома. Переменная интенсивность озеленения. Улицы обычно определяют блоки среднего размера</p>
	Строительство: дома и хозяйственные постройки, придомовые дома, таунхаусы, жилые / рабочие подразделения, угловые магазины, гостиницы	
	Частный фасад: подъезды и заборы	
	Общественный фасад: поднятые бордюры, узкие тротуары, велосипедные дорожки, сплошные зоны озеленения, аллеи	
	Проезд: улицы и зеленые полосы	
	Открытые пространства: площади и игровые площадки	
Т5	Землепользование: средняя интенсивность жилых и коммерческих зданий: розничная торговля, офисы, жилье, гражданские здания	 <p>Зона городского центра является эквивалентом площади главной улицы. Эта зона включает в себя разные типы зданий (общественные, торговые, жилые). Эта зона представляет собой узкую сеть улиц и блоков с широкими тротуарами, устойчивой площадкой и зданиями с близко расположенными фасадами</p>
	Строительство: таунхаусы, жилые дома, рабочие единицы, витрины и офисные здания, гостиницы, церкви, школы	
	Частный фасад: открытая терраса, веранда, галерея	
	Общественный фасад: поднятые бордюры, широкие тротуары, велосипедные маршруты, непрерывные или прерывистые озелененные территории, аллеи	
	Проезды и пешеходные пути: бульвары, проспекты, главные улицы, улицы и аллеи	
	Открытые пространства: площади, ТЦ, игровые площадки	
Т6	Землепользование: высокоинтенсивная жилая и коммерческая застройка: розничная торговля и офисы, жилые здания	 <p>Городская зона ядра является эквивалентом центра города. Она имеет наибольшую плотность зданий и высотность. Эта зона наиболее высокоурбанизированная из всех зон, часто с минимальным озеленением</p>
	Строительство: застройка средней и повышенной этажности, офисные здания, гостиницы, таунхаусы, культовые сооружения	
	Частный фасад: открытая терраса, веранда, галерея	
	Общественный фасад: поднятые бордюры, широкие тротуары, велосипедные маршруты, непрерывные или прерывистые озелененные территории	
	Проезды и пешеходные пути: бульвары, проспекты, главные улицы, улицы	
	Открытые пространства: площади, игровые площадки.	

Заключение

Таким образом, традиционный дизайн соседства можно применять в различных масштабах, перемещаясь на разные пространственные уровни. Нахождение надлежащего баланса между природными и урбанизированной средами приведет к созданию более качественных территорий для жизни, позволит контролировать разрастание городов.

Разница между идеей соседства и обычным развитием пригородов включает в себя сочетание оптимального землепользования, важность общественного транспорта и общественного пространства и акцент на пешеходной доступности и озеленении. Благодаря такому подходу становится возможным удовлетворение различных потребностей населения. Создание иммерсионной среды требует не только нахождения подходящего пространственного контекста для развития в его различных проявлениях, но также и того, что необходимо учитывать взаимосвязи большого разнообразия городских элементов. Принципы традиционной идеи соседства обеспечивают концептуальную основу для организации этих элементов внутри и между пространственными уровнями.

Транссекторное развитие, или разрезное планирование, – это аналитический метод и стратегия планирования. Его можно формально описать как систему, которая стремится организовать элементы урбанизма – строительство, землепользование, улицу и все другие физические элементы среды обитания человека – таким образом, чтобы сохранить целостность различных типов городской и сельской среды. Эти среды могут рассматриваться как вариации от сельского до городского. В этом континууме среда обитания людей различается по уровню городской интенсивности. В соответствии с этой системой организации городская среда сохраняется в своем городском состоянии, в то время как сельская среда сохраняется в ее сельском состоянии, а смешение элементов – сельский элемент в городскую среду и наоборот – избегается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грант Ж. Планирование хорошего сообщества: новый урбанизм в теории и на практике. 2005.
2. Джекобс Ж. Смерть и жизнь американских городов. 1961.
3. Камачо М. Отец Нового Урбанизма, Леон Криер // Архитектура сообщества. 2013.
4. Линч К. Образ города. МИТ пресс, 1960.
5. Нил П. Городские деревни и создание общин / под ред. Т. Фрэнсис. 2003.
6. Дэвис В.К., Тауниенд И.Дж. Новые урбанизмы: от нео-традиционных кварталов к новому регионализму // Тематические города: решения городских проблем. Springer, 2015. С. 17–61.
7. Рахнама М.Р., Рошани П., Хасани А., Хоссиенпур С. Использование принципов нового урбанистического подхода при проектировании устойчивых городских пространств // Международный журнал прикладной науки и техники. 2012. Т. 2. № 7. С. 195–203.
8. Дуани А. Smartcode 6.5. Комплексное постановление о планировании на основе форм. Duany Plater-Zyberk & Company, 2005.
9. Якобсен Е.О. Новый урбанизм // Центр христианской этики. 2006.
10. Справочник по развитию традиционного соседства. 2011.
11. Тален Э. Помощь в городском планировании: стратегия трансекта // Журнал городского дизайна. 2002. Т. 7. № 3. С. 293–312.
12. Эллис С. Новый урбанизм: критика и опровержения // Журнал городского дизайна. 2002. Т. 7. № 3. С. 261–291.

13. Иванкина Н.А., Перкова М.В. Концепции нового урбанизма: предпосылки развития и основные положения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 8.
14. Дуани А., Тален Э. Планирование трансекта // Журнал Американской ассоциации планирования. 2002. Т. 68. № 3. С. 245–266.
15. Дмитриева Н.Н., Рамадан А.А.С. Основные положения теории нового урбанизма // Основные положения теории нового урбанизма. 2013. С. 4–41.

REFERENCES

1. Grant J. Planning the good community: new urbanism in theory and practice. 2005.
2. Jacobs J. The death and life of American cities. 1961.
3. Camacho M. Father of the new urbanism, Léon Krier. 2013.
4. Lynch K. (Ed.) The image of the city. MIT Press. 1960.
5. Neal P. Urban villages and the making of communities. T. Francis, Ed., 2003.
6. Davies W.K., Townshend I.J. New urbanisms: from neo-traditional neighbourhoods to new regionalism. In: Theme Cities: Solutions for Urban Problems, Springer, 2015. Pp. 17–61.
7. Rahnama M.R., Roshani P., Hassani A., Hossienpour S. Use principles of new urbanism approach in designing sustainable urban spaces. *International Journal of Applied Science and Technology*. 2012. V. 2. No. 7. Pp. 195–203.
8. Duany A. Smartcode 6.5 "A comprehensive form-based planning ordinance", Duany Plater-Zyberk & Company, 2005.
9. Jacobsen E.O. The new urbanism. In: The Center for Christian Ethics. 2006.
10. *Traditional neighborhood development handbook*. 2011.
11. Talen E. Help for urban planning: the transect strategy. *Journal of Urban Design*. 2002. V. 7. No. 3. Pp. 293–312.
12. Ellis C. The new urbanism: critiques and rebuttals. *Journal of Urban Design*. 2002. V. 7. No. 3. Pp. 261–291.
13. Ivan'kina N. A., Per'kova M.V. Kontseptsii novogo urbanizma: predposylki razvitiya i osnovnye polozeniya [Concepts of new urbanism: prerequisites for development and main provisions]. *Vestnik BGTU im. Shukhova*. 2018. No. 8. Pp. 75–84. (rus)
14. Duany A., Talen E. Transect planning. *Journal of the American Planning Association*. 2002. V. 68. No. 3. Pp. 245–266.
15. Dmitrieva N.N., Ramadan A.A.S. Osnovnye polozeniya teorii novogo urbanizma [Main principles of the theory of new urbanism]. In: *Osnovnye polozeniya teorii novogo urbanizma*. 2013. Pp. 41–45. (rus)

Сведения об авторах

Аль-Джабери Ахмед Абдулсалам Ханаш, аспирант, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, ahmeda.hanash@uokufa.edu.iq

Перькова Маргарита Викторовна, канд. архитектуры, доцент, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. perkova.margo@mail.ru

Authors Details

Al-Jaberi Ahmed Abdulsalam Hanash, Research Assistant, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 46, Kostyukova, 308012, Belgorod, Russia, E-mail: ahmeda.hanash@uokufa.edu.iq

Margarita V. Per'kova, PhD, A/Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 46, Kostyukova, 308012, Belgorod, Russia. perkova.margo@mail.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 699.844.3

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-144-157

О.В. ЛЕЛЮГА,

Томский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С МАЛЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ЭЛЕМЕНТОВ

Известные методы расчета конструкций здания не в полной мере учитывают структурную звукопередачу. Целью настоящей статьи являются теоретические исследования прохождения звука и вибрации на моделях здания методом статистического энергетического анализа с учетом нерезонансного прохождения и проверка данного метода экспериментально. На основе статистического энергетического анализа записаны уравнения энергетического баланса, решение системы которых позволяет определить энергию звука в помещениях и энергию звуковой вибрации в конструкциях. Приводится расчет коэффициентов энергетической связи, в том числе учитывающих нерезонансную звукопередачу из смежных акустических подсистем, внутренних потерь, плотности мод колебаний. Представлены результаты виброакустических расчетов и измерений на моделях фрагментов здания, включающих в себя одинарные и двойные перегородки. Использование разработанного метода расчета позволяет спрогнозировать передачу звука через перегородку с учетом примыкающих конструкций.

Ключевые слова: шум; воздушный шум; ограждающая конструкция; резонанс; коэффициенты энергетической связи; коэффициенты излучения звука; внутренние потери; структурная звукопередача; звукоизоляция.

Для цитирования: Лелюга О.В. Теоретические и экспериментальные исследования виброакустических систем с малым количеством элементов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 144–157.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-144-157

O.V. LELYUGA,

Tomsk State University of Architecture and Building

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH OF VIBROACOUSTIC SYSTEMS WITH THE SMALL NUMBER OF ELEMENTS

The known methods of acoustical calculation in buildings not fully describe the phenomenon of sound transmission. This paper presents theoretical studies of the sound and vibration in

building models, a method of statistical energy analysis (SEA), taking into account non-resonant phenomena and experimental testing of the specified parameters. The SEA-based equations are obtained for the energy balance, the solution of which allows to determine the sound energy in rooms and sound vibration in structures. The energy coupling coefficients, including those allowing for non-resonant sound transmission from adjacent acoustic subsystems, internal losses and the density of mode oscillation are calculated. The results of calculations and measurements of building model fragments, including identical and double partitions, are presented. The proposed method of calculation allows to predict the sound transmission through the partition with regard to adjacent structures.

Keywords: noise; air noise; wall structure; resonance; energy coupling coefficient; sound emission coefficient; internal loss; sound transmission; sound insulation.

For citation: Lelyuga O.V. Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya vibroakusticheskikh sistem s malym kolichestvom elementov [Theoretical and experimental research of vibroacoustic systems with the small number of elements]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturostroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 144–157.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-144-157

Введение

Снижение шума и обеспечение акустического комфорта в зданиях является актуальной проблемой, решение которой имеет важное социально-экономическое значение.

Как видим из рис. 1, пути распространения звуковых волн по конструкциям имеют много вариантов. Известные на данный момент методы расчета звукоизоляции конструкций здания ([1–6] и др.) не учитывают структурную звукопередачу.

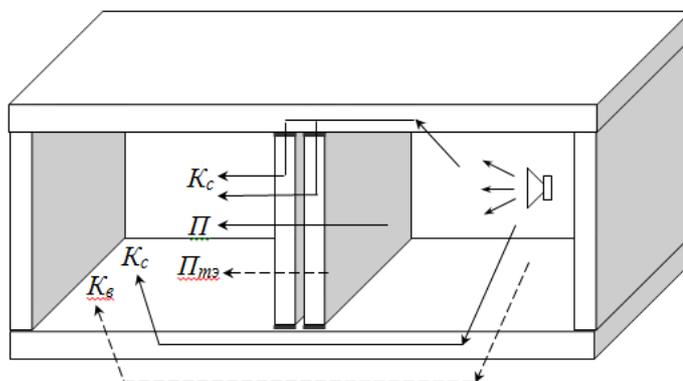


Рис. 1. Пути звукопередачи через ограждающие конструкции, дающие вклад в суммарный шум в приемном помещении:

Π – прямая звукопередача, прямое излучение разделительного элемента (собственная звукоизолирующая способность конструкции); $\Pi_{тэ}$ – излучение малых технических элементов (щели, воздухораспределители или жалюзи), установленных на разделительном элементе; $K_б$ – косвенная воздушная звукопередача: передача звуковой энергии преимущественно по обходным воздушным путям распространения звука, например по вентиляционным системам, подвесным потолкам или коридорам; $K_с$ – косвенная структурная звукопередача: передача звуковой энергии из помещения источника в приемное помещение по побочным путям (в основном по конструкциям здания, например стенам, полам, потолкам)

Европейской организацией стандартизации (EN) принята методика расчета звукоизоляции воздушного и ударного звука с учетом косвенной звукопередачи [7]. Звукоизоляция воздушного и ударного шума ограждающими конструкциями вычисляется с учетом звукоизолирующей способности прилегающих конструкций и усредненного по всем направлениям распространения перепада уровней вибрации, определяемого через вычисление индекса снижения вибрации в стыке. Следует отметить, что простота и доступность метода основаны на упрощенной теоретической базе. Игнорируется реальная картина звуковых полей в конструкциях и помещениях, коэффициенты передачи звука от одного элемента к другому определяются приближенно, без учета физики процесса.

Решить задачу о вкладе каждого пути передачи звука можно на основе метода статистического энергетического анализа (СЭА). В классической постановке метод СЭА при определении коэффициентов энергетической связи учитывает только резонансные формы прохождения звука, пренебрегая нерезонансными. Данное упущение может привести к значительным ошибкам при прогнозировании передачи звука.

Наиболее полный анализ прохождения звука через однослойные и двухслойные перегородки можно выполнить на основе теории самосогласования волновых полей М.С. Седова [6]. Этот метод позволяет учесть все формы прохождения звука в расчете СЭА. Альтернативный подход к представлению задачи звукоизлучения и звукоизоляции панелей конечных размеров дан в работах F. Fahy [5] и др. Нерезонансное прохождение звука через конструкции рассмотрено в работах F.G. Leppington [8] и R.J.M. Craik [9].

В настоящей работе расчеты распространения звука выполнены методом СЭА, в котором в уравнениях энергетического баланса учтены коэффициенты энергетической связи, учитывающие нерезонансную звукопередачу из смежных акустических подсистем. Расчет инерционного коэффициента звукопередачи выполнен методом М.С. Седова.

1. Методика исследования

1.1. Модель СЭА

Первым этапом использования СЭА является составление физической модели, в которой вся рассматриваемая система делится на подсистемы: конструктивные подсистемы (ограждающая панель), акустические подсистемы (воздушный объем). Для представления энергетической взаимосвязи подсистем в модели СЭА рассмотрим простейшие виброакустические системы:

- одна панель и два воздушных объема помещения (рис. 2);
- угловой стык панелей и два воздушных объема помещения (рис. 3);
- две панели и два воздушных объема помещения (рис. 4);
- три панели (третья панель образует с первой и второй панелью Г-образный стык) и два воздушных объема помещения (рис. 5).

Представим энергетическое взаимодействие ограждающих конструкций и помещений между собой в виде схем. Будем рассматривать усеченную модель СЭА, пренебрегая продольными и сдвиговыми волнами, учитывая лишь

энергию изгибных волн в конструкциях [10], что оправданно для систем с малым числом подсистем.

Для номера помещений, которые мы будем рассматривать, примем нижние индексы I и II, а для панелей, которые обмениваются энергией полями изгибных волн, примем нижние индексы 1, 2 и 3. С помощью последовательности взятых индексов определим направление потока энергии. Верхние индексы показывают тип волнового поля в элементах модели, A – это акустическое поле в самом помещении, b – поля изгибных волн в панелях. На схемах W_1, W_2, W_3, W_I и W_{II} – энергии в подсистемах, P_1, P_2, P_3, P_I и P_{II} – мощности внешних источников, поступающие в подсистемы, $P_{1,diss}, P_{2,diss}$ и $P_{3,diss}$ – мощности потерь в подсистемах на диссипацию, $P_{12}, P_{21}, P_{23}, P_{32}$ и $P_{13}, P_{31}, P_{I,II}, P_{II,I}$ – мощности энергетического обмена между подсистемами.

Мощности, теряемые подсистемами на диссипацию, можно записать в виде

$$P_{i,diss}^b = \omega \cdot \eta_i^b \cdot W_i^b, \quad (1)$$

где η_i^b – коэффициент внутренних потерь в подсистемах при распространении изгибных волн; $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, принимаемая как среднегеометрическая частота третьоктавной или октавной полосы.

Теперь запишем уравнения энергетического баланса для панели и двух акустических подсистем (рис. 2) с учетом коэффициентов энергетической связи между помещениями, учитывающих нерезонансную звукопередачу:

$$P_I^A = \omega(\eta_I^A + \eta_{I1}^{Ab} + \eta_{I,II}^{AA})W_I^A - \omega \cdot \eta_{I1}^{bA} \cdot W_1^b, \quad (2)$$

$$P_{II}^A = \omega(\eta_{II}^A + \eta_{II1}^{Ab} + \eta_{II,I}^{AA})W_{II}^A - \omega \cdot \eta_{II1}^{bA} \cdot W_1^b, \quad (3)$$

$$P_1^b = \omega(\eta_1^b + \eta_{1I}^{bA} + \eta_{1II}^{bA})W_1^b - \omega(\eta_{1I}^{Ab} \cdot W_I^A + \eta_{1II}^{Ab} \cdot W_{II}^A). \quad (4)$$

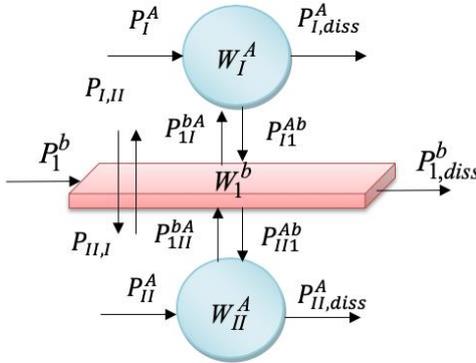


Рис. 2. Схема энергообмена между двумя акустическими и одной конструктивной подсистемами

Запишем уравнения энергетического баланса для каждой из двух акустических подсистем и двух панелей (рис. 3):

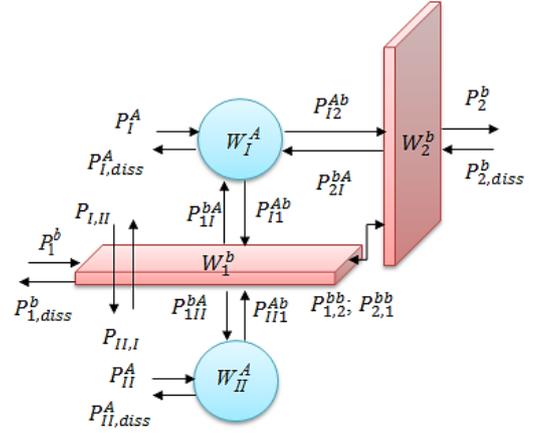
$$P_I^A = \omega(\eta_I^A + \eta_{I1}^{Ab} + \eta_{I2}^{Ab} + \eta_{I,II}^{AA})W_I^A - \omega(\eta_{I1}^{bA} \cdot W_1^b + \eta_{I2}^{bA} \cdot W_2^b), \quad (5)$$

$$P_{II}^A = \omega(\eta_{II}^A + \eta_{II1}^{Ab} + \eta_{II,I}^{AA})W_{II}^A - \omega \cdot \eta_{II1}^{bA} \cdot W_1^b, \quad (6)$$

$$P_1^b = \omega(\eta_1^b + \eta_{11}^{bA} + \eta_{12}^{bb})W_1^b - \omega(\eta_{11}^{Ab} \cdot W_1^A + \eta_{21}^{bb} \cdot W_2^b + \eta_{11}^{Ab} \cdot W_{II}^A), \quad (7)$$

$$P_2^b = \omega(\eta_2^b + \eta_{21}^{bA} + \eta_{22}^{bb})W_2^b - \omega(\eta_{12}^{Ab} \cdot W_1^A + \eta_{12}^{bb} \cdot W_1^b). \quad (8)$$

Рис. 3. Схема энергообмена между двумя акустическими и двумя конструктивными подсистемами



Запишем уравнение энергетического баланса для двух панелей и двух акустических подсистем (рис. 4):

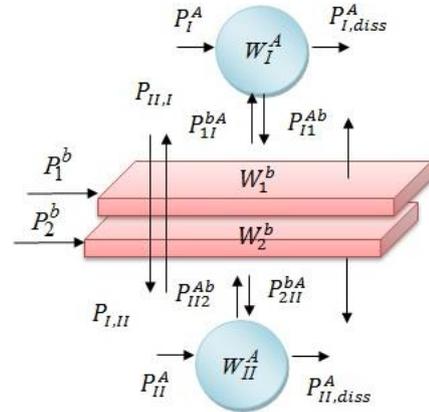
$$P_I^A = \omega(\eta_I^A + \eta_{I1}^{Ab} + \eta_{I,II}^{AA})W_I^A - \omega(\eta_{11}^{bA} \cdot W_1^b), \quad (9)$$

$$P_{II}^A = \omega(\eta_{II}^A + \eta_{II2}^{Ab} + \eta_{II,I}^{AA})W_{II}^A - \omega(\eta_{21}^{bA} \cdot W_2^b), \quad (10)$$

$$P_1^b = \omega(\eta_1^b + \eta_{11}^{bA} + \eta_{12}^{bb})W_1^b - \omega(\eta_{11}^{Ab} \cdot W_I^A + \eta_{21}^{bb} \cdot W_2^b), \quad (11)$$

$$P_2^b = \omega(\eta_2^b + \eta_{21}^{bA} + \eta_{22}^{bb})W_2^b - \omega(\eta_{12}^{Ab} \cdot W_I^A + \eta_{12}^{bb} \cdot W_1^b). \quad (12)$$

Рис. 4. Схема энергообмена между двумя акустическими и двумя конструктивными подсистемами



Уравнения энергетического баланса для каждой панели и двух акустических подсистем (рис. 5):

$$P_I^A = \omega(\eta_I^A + \eta_{I1}^{Ab} + \eta_{I3}^{Ab} + \eta_{I,II}^{AA})W_I^A - \omega(\eta_{11}^{bA} \cdot W_1^b + \eta_{31}^{bA} \cdot W_3^b), \quad (13)$$

$$P_{II}^A = \omega(\eta_{II}^A + \eta_{II2}^{Ab} + \eta_{II,I}^{AA})W_{II}^A - \omega \cdot \eta_{21}^{bA} \cdot W_2^b, \quad (14)$$

где $\rho \cdot c_0 = 410 \text{ Н с/м}^3$ – акустическое сопротивление воздуха (ρ – плотность воздуха, $c_0 = 344 \text{ м/с}$ – скорость звука в воздухе); ρ_i и h_i – объемная масса и толщина i -й конструкции; σ_i – коэффициент излучения.

Коэффициент энергетической связи от воздушного объема в панели η_{ki}^{Ab} может быть найден через обратный коэффициент η_{ik}^{bA} , определяемый по формуле (20) в виде

$$\eta_{ki}^{Ab} \cdot n_k^A = \eta_{ik}^{bA} \cdot n_i^b, \quad (21)$$

где n_k^A – плотность собственных форм колебаний (модальная плотность) в помещении k ; n_i^b – плотность собственных форм изгибных колебаний в панели [10].

Коэффициенты энергетической связи между помещениями (из помещения в помещение) предлагается определять через инерционный коэффициент прохождения через перегородку по формуле [9] в виде

$$\eta_{I,II} = \frac{c_0 \cdot S \cdot \tau_{I,II}}{8 \cdot \pi \cdot f \cdot V}, \quad (22)$$

где S – площадь поверхности; $\tau_{I,II}$ – инерционный коэффициент прохождения.

Инерционный коэффициент прохождения звука для однослойной конструкции будем вычислять по формуле М.С. Седова [6]

$$\tau_{I,II} = \tau_{и} = \frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m'^2 f^2 \cos \theta_{cp} \cos \theta_{2и}}{F_{и,ср}^2} + 1, \quad (23)$$

где $\theta_{2и}$ – угол излучения звука инерционными волнами; $F_{и,ср}^2$ – функция отклика.

А для двухслойной перегородки по формуле [6]

$$\tau_{I,II} = \tau_{пи} + \tau_{1и} \cdot \tau_{2и}, \quad (24)$$

где индекс «пи» означают прохождение звука через пластины с упругой связью между собой. При этом

$$\tau_{пи} = 1 / \left\{ \left[\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m'^2 f^2}{F_{1и,ср}^2} \left(\frac{f^2}{f_0^2} - 1 \right)^2 \right] + 1 \right\}. \quad (25)$$

Здесь $m' = m_1 + m_2$, где $m_1 m_2$ – поверхностная первой и второй конструкции; $F_{1и}$ – функция отклика первой пластины, на которую падает звук [6]; f_0 – резонансная частота системы «масса – упругость – масса»:

$$f_0 = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d m_1 m_2}}, \quad (26)$$

где d – расстояние между пластинами, м.

Инерционное прохождение звука последовательно через первую и вторую пластины, разделенные воздушным промежутком, оценивается коэффициентами:

$$\tau_{1и} = 1 / \left(\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m_1^2 f^2 \cos^2 \theta_1}{F_{1и,ср}^2} + 1 \right), \quad (27)$$

$$\tau_{2и} = 1 / \left(\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m_2^2 f^2 \cos^2 \theta_2}{F_{2и,ср}^2} + 1 \right), \quad (28)$$

где θ_2 – угол падения на вторую пластину звуковых волн, образующих формы собственных колебаний воздушного промежутка вдоль плоскостей пластин. В большинстве практически используемых конструктивных решений двойных ограждающих конструкций $\cos \theta_2 = d/\sqrt{a^2 + d^2}$ [6].

Акустическая мощность. В ряде случаев, включая случай натуральных измерений распространения шума и звуковой вибрации в здании, мощность источника можно оценить по измеренному или прогнозируемому уровню звукового давления L_{pk} в помещении с источником шума:

$$P_k^A = \frac{A_k}{4 \cdot 10^{12}} 10^{0.1 \cdot L_{pk}}, \quad (29)$$

где L_{pk} – уровень звукового давления, измеренный и усредненный по ряду точек в помещении; A_k – эквивалентное поглощение в помещении.

2. Результаты решения

Рассмотрим все вышеописанные схемы энергетического обмена между подсистемами (рис. 2–5). В качестве конструктивных подсистем будем рассматривать панели ГВЛ толщиной $h = 10$ мм, с размерами $a = 1$ м, $b = 0,8$ м ($\eta_i^b = 0,006$; $E_i = 5,8 \cdot 10^9$ МПа; $\rho_i = 1240$ Нс²/м⁴; $\mu_i = 0,3$; $i = 1, 2, 3$). А в качестве акустических подсистем помещения с объемами $V_I = 1,8$ м³ и $V_{II} = 4,6$ м³.

Первый пример. Рассмотрим систему, включающую в себя одну панель ГВЛ, и два воздушных объема помещения. Схема энергетического обмена между подсистемами изображена на рис. 2, уравнения энергетического баланса для данной системы (2) – (4). Расчет производился в программе Mathcad, результаты представлены на рис. 6 и 7.

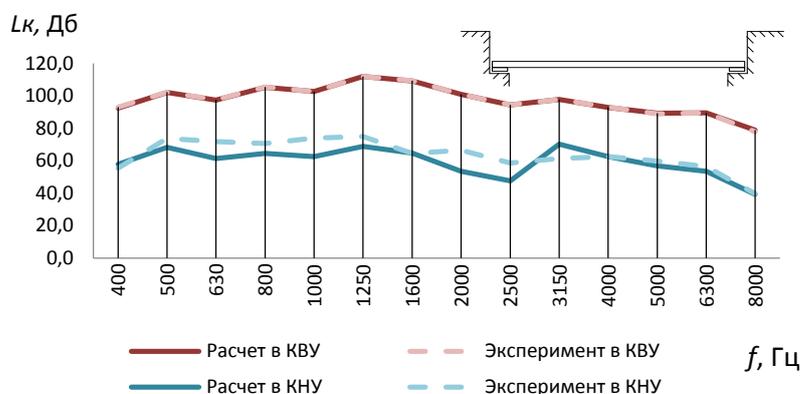


Рис. 6. Одна панель ГВЛ и два воздушных объема помещения (расчетная схема на рис. 2). Расчетные и измеренные уровни звукового давления

Второй пример. Рассмотрим систему из двух панелей ГВЛ, жестко соединенных в угловом стыке и двух воздушных объемов помещения. Схема энергетического обмена на рис. 3, уравнения энергетического баланса (5) – (8). Результаты расчетов представлены на рис. 8–10.

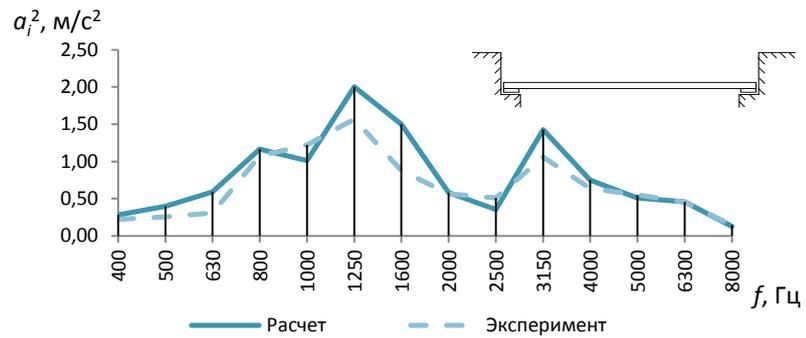


Рис. 7. Одна панель ГВЛ и два воздушных объема помещения (расчетная схема на рис. 2). Расчетные и измеренные виброускорения на панели ГВЛ

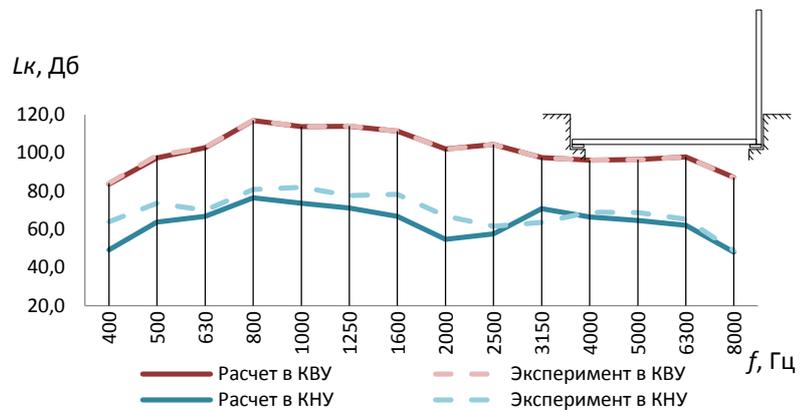


Рис. 8. Две панели из ГВЛ, жестко соединенные в угловом стыке, два воздушных объема (расчетная схема на рис. 3). Расчетные и измеренные уровни звукового давления

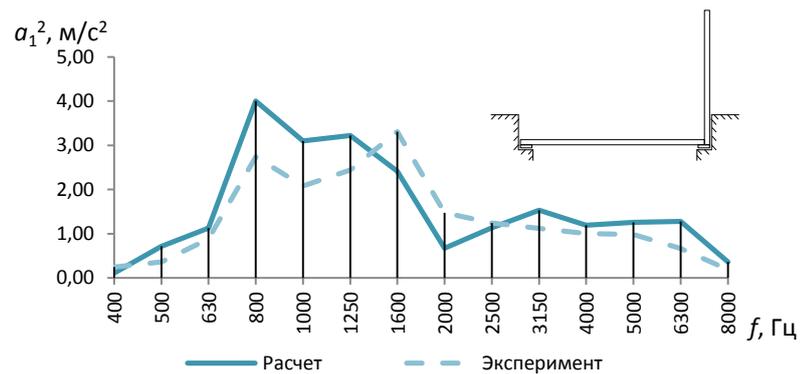


Рис. 9. Две панели из ГВЛ, жестко соединенные в угловом стыке, два воздушных объема (расчетная схема на рис. 3). Расчетные и измеренные виброускорения на панели № 1

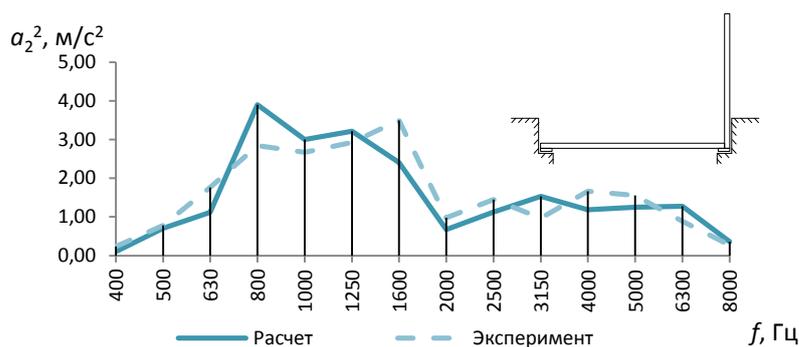


Рис. 10. Две панели из ГВЛ, жестко соединенные в угловом стыке, два воздушных объема (расчетная схема на рис. 3). Расчетные и измеренные виброускорения на панели № 2

Третий пример. Рассмотрим систему из двух панелей ГВЛ с воздушным промежутком между ними $d = 0,04$ м, жестко соединенных между собой, и двух воздушных объемов помещения. Схема энергетического обмена на рис. 4, уравнения энергетического баланса (9) – (12). Результаты расчетов представлены на рис. 11 и 12.

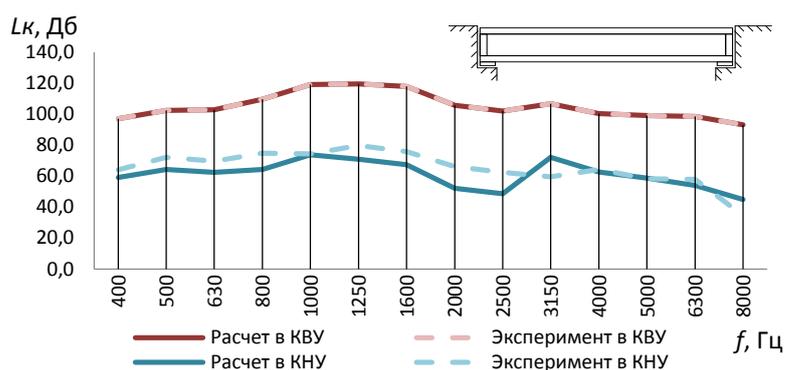


Рис. 11. Две панели ГВЛ с воздушным промежутком $d = 0,04$ м, жестко соединенные между собой (расчетная схема на рис. 4). Расчетные и измеренные уровни звукового давления

Четвертый пример. Рассмотрим систему из трёх панелей ГВЛ (третья панель образует с первой и второй панелью Г-образный стык) и двух воздушных объемов помещения. Схема энергетического обмена на рис. 5, уравнения энергетического баланса (13) – (17). Результаты расчетов представлены на рис. 13 и 14.

Уравнения энергетического баланса в целом дают систему линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных энергий волн в подсистемах $W_1^b, W_2^b, W_3^b, W_1^A, W_{II}^A$. Расчет неизвестных энергий волн для каждой схемы производился в программе Mathcad.

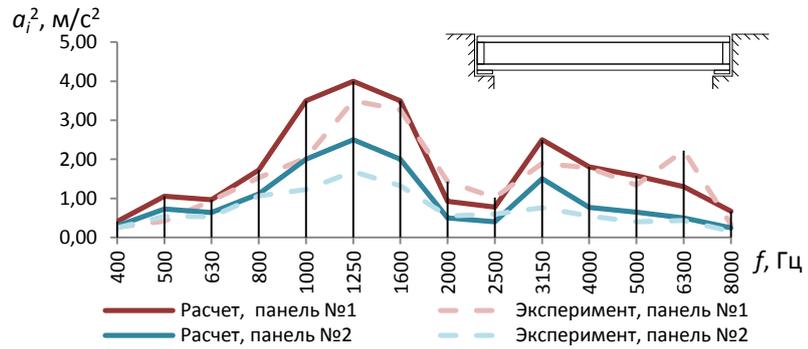


Рис. 12. Две панели ГВЛ с воздушным промежутком $d = 0,04$ м, жестко соединенные между собой (расчетная схема на рис. 4). Расчетные и измеренные виброускорения на панелях

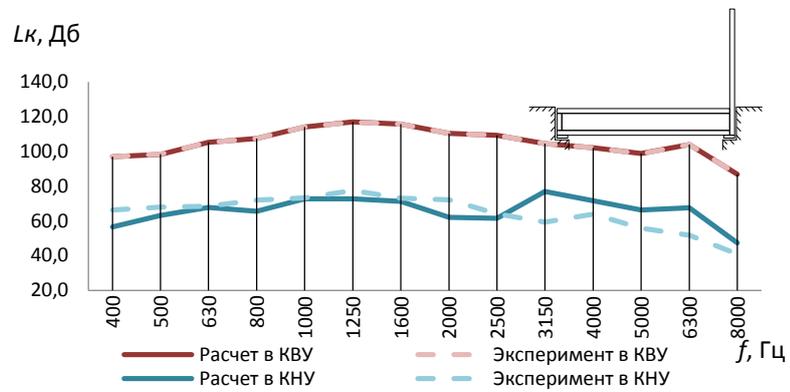


Рис. 13. Три панели из ГВЛ, жестко соединенные в угловом стыке, два воздушных объема (расчетная схема на рис. 5). Расчетные и измеренные уровни звукового давления

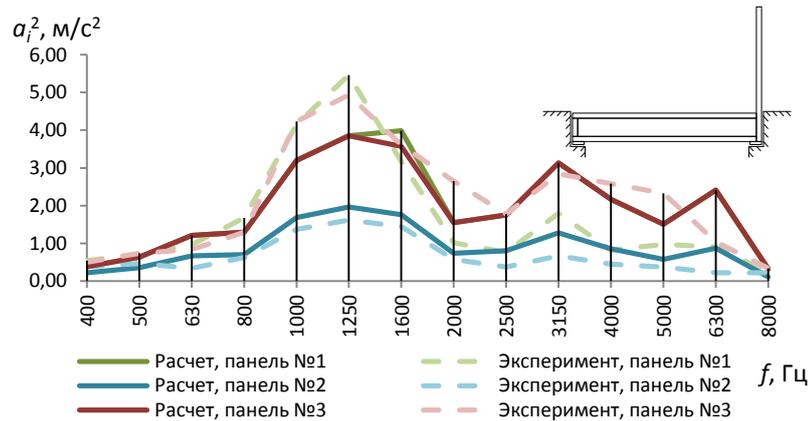


Рис. 14. Три панели из ГВЛ, жестко соединенные в угловом стыке, два воздушных объема. Расчетные и измеренные виброускорения на панелях

Для определения звукоизоляции помещений находятся уровни интенсивности звука в них:

$$L_k = 10 \lg \frac{W_k^A \cdot c_0}{P_0 \cdot V_k}, \quad (30)$$

где $P_0 = 10^{-12}$ Вт – пороговое значение мощности; V_k – объем k -го помещения, м³.

Среднеквадратичное виброускорение можно получить по формуле

$$a_i^2 = \frac{\omega^2 \cdot W_i^b}{\rho_i \cdot h_i \cdot S_i}, \quad (31)$$

где ρ_i , h_i и S_i – соответственно плотность материала, толщина и площадь i -й панели.

3. Экспериментальные исследования

Экспериментальные исследования были проведены в малых акустических камерах Томского государственного архитектурно-строительного университета, которые имеют два смежных помещения: помещение с источником звука – камера высокого уровня (КВУ) объемом 1,8 м³ и изолируемое – камера низкого уровня (КНУ) объемом 4,6 м³. Возбуждающий тракт включал звуковой генератор 04003, усилитель мощности LV-103 и громкоговоритель, измерительный тракт включал микрофон в каждой камере, шумомер «Октава», анализаторы спектра ZET 017-U8 и акселерометры BC-111 со встроенной электроникой стандарта ICP (SMA-BNC).

Испытуемая конструкция, состоящая из одного листа ГВЛ, монтировалась в проем между камерами. Для второго блока испытаний устанавливался второй лист ГВЛ, образующий с первым листом Г-образный стык. Далее монтировалась испытуемая конструкция из двух листов ГВЛ. Для последнего блока испытаний устанавливался третий лист ГВЛ, образующий с первым и вторым листом Г-образный стык.

Уровни звукового давления (L_k , дБ) в измерительных камерах и виброускорения на панелях (a_i , дБ) производились и усреднялись в соответствии с требованиями [14].

По данным измерений построены графики виброускорения и уровня звукового давления от шума.

Заключение

В целях уточнения методики расчета звукоизоляции ограждающих конструкций с учетом структурной звукопередачи на основе метода статистического энергетического анализа рассмотрены примеры теоретических решений простейших виброакустических задач с малым количеством элементов системы. Разработаны их физические модели, составленные из помещений и ограждающих их конструкций. Помещения рассмотрены как акустические подсистемы, имеющие энергию, равномерно распределенную между резонансными модами колебаний. Конструкции рассмотрены как конструктивные подсистемы с учетом лишь энергии изгибных волн в конструкциях, что оправданно для систем с малым числом подсистем.

Определены основные параметры статистической энергетической модели, приведены основные расчетные формулы для их вычисления. Коэффици-

енты энергетической связи между помещениями предлагается определять через инерционный коэффициент прохождения через перегородку.

Как видим из графиков, результаты измерения параметров звука и вибрации для простейших виброакустических систем показывают близкие значения с результатами виброакустического расчета. Полученные результаты позволяют использовать представленную методику для решения более сложных виброакустических задач о распространении звука и вибрации, в том числе и в натурных фрагментах реальных зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Осипов Г.Л.* Шумы и звукоизоляция. М. : Стройиздат, 1967. 104 с.
2. *Заборов В.И., Лалаев Э.М., Никольский В.Н.* Звукоизоляция в жилых и общественных зданиях. М. : Стройиздат, 1979. 254 с.
3. *Заборов В.И., Могилевский М.И., Мякишин В.Н., Самойлюк Е.П.* Справочник по защите от шума и вибрации жилых и общественных зданий / под ред. В.И. Заборова. Киев : Будивельник, 1989. 160 с.
4. *Боголепов И.И.* Промышленная звукоизоляция. Л. : Судостроение, 1986. 368 с.
5. *Fahy F.J.* Sound and structural vibration. Radiation, transmission and response. London : Academic press, 1985. 309 p.
6. *Седов М.С.* Теория инерционного прохождения звука через ограждающие конструкции // Строительство и архитектура. 1990. № 2. С. 37–42.
7. *ГОСТ Р ЕН 12354-1:2012.* Методы расчета акустических характеристик зданий по характеристикам их элементов. Ч. 1. Звукоизоляция воздушного шума между помещениями.
8. *Leppington F.G., Heron K.H., Broadbent E.G., Mead S.M.* Resonant and Non-Resonant Acoustic Properties of Elastic Panels. II. The Transmission Problem // Proceedings of the Royal Society of London. 1987. № 412. С. 309–337.
9. *Craik R.J.M., Smith R.S.* Sound transmission through double leaf lightweight partitions part I: airborne sound // Applied Acoustics. 2000. № 61. С. 223–245.
10. *Овсянников С.Н.* Распространение звуковой вибрации в гражданских зданиях. Томск : Изд.-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2000. 378 с.
11. *Heckl M.* Measurement of absorption coefficients on plates // J. of the Acoustical Society of America. 1962. № 34. P. 803–808.
12. *Овсянников С.Н., Лелюга О.В.* Расчет виброизоляции углового стыка двухслойных панелей // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики : материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2018. Ч. 1. С. 403–411.
13. *Cremer L., Heckl M., Ungar E.* Structure-borne sound [Shum rasprostranyayushchiysya po konstrukciyam]. Berlin: Springer Verlag, 1973. 528 p.
14. *ГОСТ 27296–2012.* Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2014.

REFERENCES

1. *Osipov G.L.* Shумы i zvukoizoljacija [Noises and sound insulation]. Moscow: Stroyizdat, 1967. 104 p. (rus)
2. *Zaborov V.I., Lalaev E.M., Nikolski V.N.* Zvukoizoljacija v zhilyh i obshhestvennyh zdaniyah [Sound insulation in residential and public houses]. Moscow: Stroyizdat, 1979. 254 p. (rus)
3. *Zaborov V.I., Mogilevskiy M.I., Myakshin V.N., Samoilyuk E.P.* Spravochnik po zashhite ot shuma i vibracii zhilyh i obshhestvennyh zdaniy [Handbook on residential and public buildings protection against noise and vibration]. Kiev: Budivjel'nik, 1989. 160 p. (rus)
4. *Bogolepov I.I.* Promyshlennaja zvukoizoljacija [Industrial sound insulation]. Leningrad: Sudostroenie, 1986. 368 p. (rus)

5. *Fahy F.J.* Sound and structural vibration. Radiation, transmission and response. London: Academic press, 1985. 309 p.
6. *Sedov M.S.* Teoriya inertsiionnogo prokhozheniya zvuka cherez ograzhdayushchie konstruksii [Theory of inertial passage of sound through enclosing structures]. *Stroitel'stvo i arkhitektura*. 1990. No. 2. Pp. 37–42. (rus)
7. *SNiP P EH 12354-1:2012.* Metody rascheta akusticheskikh kharakteristik zdaniy po kharakteristikam ikh elementov. Ch. 1. Zvukoizolyatsiya vozdušnogo shuma mezhdu pomeshcheniyami [Methods for calculating acoustic characteristics of buildings using characteristics of their elements. Part 1. Sound insulation of air noise between rooms]. (rus)
8. *Leppington F.G., Heron K.H., Broadbent E.G., Mead S.M.* Resonant and Non-resonant acoustic properties of elastic panels. II. The transmission problem. *Proceedings of the Royal Society of London*. 1987. No. 412. Pp. 309–337.
9. *Craik R.J.M., Smith R.S.* Sound transmission through double leaf lightweight partitions. Part I: Airborne sound. *Applied Acoustics*. 2000. No. 61. Pp. 223–245.
10. *Ovsyannikov S.N.* Rasprostraneniye zvukovoy vibratsii v grazhdanskikh zdaniyakh [Propagation of sound vibration in civil buildings]. Tomsk: TSUAB, 2000. 378p. (rus)
11. *Heckl M.* Measurement of absorption coefficients on plates. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1962. No. 34. Pp. 803–808.
12. *Ovsyannikov S.N., Lelyuga O.V.* Raschet vibroizolyatsii uglovogo styka dvukhsloinykh panelei [Analysis of vibration insulation of angular joint of two-layer panels]. In: Pt 1. Investitsii, stroitel'stvo, nedvizhimost' kak material'nyi bazis modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya ekonomiki: materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (*Proc. 8th Int. Sci. Conf. 'Investments, Construction, Real Estate as a Material Basis for Economy Modernization and Innovation'*). 2018. Pp. 403–411. (rus)
13. *Cremer L., Heckl M., Ungar E.* Shum rasprostranyayushchisya po konstrukciyam [Structure-borne sound]. Berlin: Springer Verlag, 1973. 528 p.
14. *SNiP 27296–2012.* Zdaniya i sooruzheniya. Metody izmereniya zvukoizolyatsii ograzhdayushchikh konstruksii. Standartinform [Buildings and constructions. Measurement methods for sound insulation of enclosing structures. Moscow: Standartinform], 2014. (rus)

Сведения об авторах

Лелюга Ольга Владимировна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, Olga.startseva27@gmail.com

Author Details

Olga V. Lelyuga, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, Olga.startseva27@gmail.com

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 665.455:006.354

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-158-177

*О.В. МАТВИЕНКО^{1,2}, В.П. БАЗУЕВ¹, Н.Р. САБЫЛИНА²,
А.Е. АСЕЕВА², А.А. СУРТАЕВА¹,*

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет,

²Томский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО, ОПИСЫВАЕМОГО МОДЕЛЮ ШВЕДОВА – БИНГАМА, В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

В работе проведено исследование течения битумного вяжущего, описываемого моделью Шведова – Бингама, в цилиндрической трубе, определена зависимость расхода жидкости от перепада давления, получены зависимости для радиального распределения скорости и эффективной вязкости течения. В пристеночной части течения эффективная вязкость характеризуется низкими значениями. Однако в окрестности жесткой зоны наблюдается существенный рост значений эффективной вязкости. С ростом скоростей сдвиговых деформаций происходит уменьшение эффективной вязкости, что объясняется процессами разрушения микроструктуры среды. С увеличением перепада давления происходит уменьшение размеров жесткой зоны. С повышением предельного напряжения сдвига среда становится менее подвижной, жесткая зона, локализованная в приосевой части трубы, увеличивается в размерах. При этом значения скорости уменьшаются по всему сечению трубы. Вариация значений пластической вязкости не влияет на положение жесткой зоны. Проведенные исследования показали, что при значениях числа Бингама $Bn < 0,1$ неньютоновские свойства течения можно не учитывать и с точностью, достаточной для инженерных расчетов, рассматривать течение ньютоновской жидкости с вязкостью μ_p .

Ключевые слова: реология; вязкопластические среды; вязкость; неньютоновские жидкости; модель Шведова – Бингама.

Для цитирования: Матвиенко О.В., Базуев В.П., Сабылина Н.Р., Асеева А.Е., Суртаева А.А. Исследование установившегося течения вязкопластического битумного вяжущего, описываемого моделью Шведова – Бингама, в цилиндрической трубе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 158–177.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-158-177

O.V. MATVIENKO^{1,2}, V.P. BAZUEV¹, N.R. SBYLINA²,
A.E. ASEVA², A.A. SURTAEVA¹,

¹Tomsk State University of Architecture and Building,

²National Research Tomsk State University

SHVEDOV-BINGHAM MODEL OF STEADY FLOW OF VISCO-PLASTIC BITUMEN BINDER IN CYLINDRICAL TUBE

This paper studies the bitumen binder flow in terms of the Shvedov-Bingham model in a cylindrical tube. The dependence of the fluid flow rate on pressure drop is determined as well as the dependences between the radial velocity distribution and effective flow viscosity. Near the wall, the effective viscosity is low. However, in the vicinity of the rigid zone, a significant increase in the effective viscosity is observed. With increasing strain rates the effective viscosity decreases, which is explained by the destruction of the medium microstructure. With the pressure drop, the size of the hard zone decreases. With the increasing yield stress the fluid becomes less mobile, the rigid zone in the centre of the pipe increases in size. In this case, the velocity values decrease over the entire pipe section. Variation in the plastic viscosity does not affect the position of the rigid zone. It is shown that when the Bingham number $Bn < 0.1$, the non-Newtonian properties of the flow can be ignored. In this case, the Newtonian flow with viscosity μ_{pl} should be considered with an accuracy sufficient for engineering calculations.

Keywords: rheology; visco-plastic medium; viscosity; non-Newtonian fluids; Shvedov-Bingham model.

For citation: Matvienko O.V., Bazuev V.P., Sabylina N.R., Aseva A.E., Surtayeva A.A. Issledovanie ustanovivshegosya techeniya vyazkoplachesteskogo bitumnogo vyazhushchego, opisываемого model"yu Shvedova – Bingama, v tsilindricheskoj tube [Shvedov-Bingham model of steady flow of visco-plastic bitumen binder in cylindrical tube]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturostroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 20. No. 3. Pp. 158–177. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-158-177

Введение

Одним из основных материалов, применяемых в дорожном строительстве, является асфальтобетон, в состав которого входят щебень, песок, различные добавки и вязущее вещество. Основным видом вязущего, применяемого в дорожной отрасли, является нефтяной дорожный битум: пластичный, способный без разрушения выдерживать воздействие низких температур и температурных перепадов, а также различных деформаций [1, 2].

Битумные вязущие вещества состоят из высокомолекулярных углеводородов нафтенового, метанового и ароматического рядов и их соединений с кислородом, серой, азотом. Элементарный химический состав всех видов битума достаточно близок: 70–85 % углерода, 10–15 % водорода, 5–10 % кислорода, 1–5 % серы, до 1 % азота и незначительное количество некоторых металлов (V, Ni, Co, Fe, U) в виде сложных комплексов. Типичными для битумов являются функциональные группы: OH, -CH=CH-, COOR, COO, COOH. О качественном составе входящих в битумы углеводородов позволяет судить отношение C/H, для нафтеновых углеводородов оно выше, чем у парафиновых, для ароматических выше, чем у нафтеновых [3].

Основные технические характеристики битумов связаны с их реологическими свойствами, которые необходимо определять в широком диапазоне температур, диктуемом условиями применения этих материалов.

При низких температурах битумы ведут себя как упругие тела. Модуль деформации в этом случае идентичен модулю упругости и имеет для всех битумов значение около $E = 3 \cdot 10^3$ МПа. С увеличением температуры, длительности действия нагрузки и ее величины модуль деформации битумов существенно увеличивается, материал приобретает упругопластические свойства [4].

Переход битумов из упругопластического состояния в вязкопластическое происходит в интервале температур от 30 до 40 °С. При температуре выше 70 °С битумы становятся псевдопластическими, а при температуре более 100 °С – ньютоновскими жидкостями.

Вязкопластические свойства битумов в интервале температур от 30 до 70 °С объясняются их структурой. Если величина напряжения, приложенного к среде, мала, то течение происходит в пластическом режиме вдоль тонких слоев твердофазной структуры. Сопrotивление течению при этом велико, что объясняет высокие значения вязкости. Прочность структуры характеризуется предельным напряжением сдвига σ_y . При достижении этого напряжения происходит разрушение твердофазной структуры, что приводит к резкому уменьшению вязкости. Таким образом, при высоких сдвиговых напряжениях происходит течение вязкой жидкости, содержащей незначительное количество частиц твердого наполнителя [5].

Вязкость битумных вяжущих зависит от соотношения фаз, степени дисперсности, параметров течения [3] и описывается сложной функциональной зависимостью от градиента скорости. В настоящее время изучению особенностей течения неньютоновских сред со сложным реологическим поведением уделяется значительное внимание [6]. Подробный обзор исследований, посвященных течениям реологически сложных сред, приведен в монографиях [5–9].

В работах [10, 11] проведено исследование течения вязкопластических сред в канале с внезапным расширением. Показано, что в случае стационарного течения жидкости Шведова – Бингама в области уступа реализуется режим с образованием зоны квазитвердого течения [10]. В работе [11] для описания вязкопластических свойств среды использовалась модель Балкли – Гершеля. Проведено исследование установившегося течения как для ньютоновской жидкости с образованием циркуляционной области в области уступа, так и для неньютоновской среды с застойной зоной.

В работах [12–14] проведено моделирование течения жидкости Балкли – Гершеля со свободной поверхностью, реализующегося при заполнении каналов в поле силы тяжести. Выявлено три характерных режима заполнения: режим полного заполнения, промежуточный режим с образованием воздушных полостей на твердой стенке и струйный режим. Исследованы течения, и выявлены различные режимы заполнения для двух ориентаций направления течения относительно действия гравитационных сил.

В работе [15] разработана математическая модель процесса симметричного течения вязкопластической среды Балкли – Гершеля в зазоре вращающихся валков, учитывающая влияние гравитационных сил. Для вала единич-

ной длины найдены интегральные параметры: сила трения, величина распорного усилия, технологическая мощность процесса.

В работе [16] проведено численное моделирование течений вязкопластической несжимаемой среды в канале с периодически меняющимися стенками. Исследовано влияние предела текучести и амплитуды возмущения границы на расположение жестких зон.

В работе [17] в рамках реологической модели Шведова – Бингама получено точное решение модельной задачи о движении квазитвердого ядра неньютоновской жидкости в бесконечном плоском канале при скачкообразном изменении градиента давления. Проведено сравнение числовой оценки с аналогичными результатами, полученными ранее другими авторами приближенными методами.

Исследованию влияния закрутки на структуру течения неньютоновских сред посвящены работы [18–21]. Результаты исследований течения закрученного потока псевдопластической жидкости в цилиндрическом канале [18] показывают, что с ростом сдвиговых напряжений, вызванных закруткой потока, эффективная вязкость уменьшается. В результате этого в приосевой части канала формируется зона пониженного давления, которая при меньшей закрутке потока приводит к образованию зоны возвратных течений. При течении дилатантных сред [19] с ростом сдвиговых напряжений, вызванных закруткой потока, происходит увеличение эффективной вязкости жидкости. При этом с увеличением показателя нелинейности размеры рециркуляционной зоны и интенсивность рециркуляции жидкости в ней уменьшаются. В работе [20] представлены результаты исследований течения закрученного потока вязкопластической жидкости Шведова – Бингама в цилиндрическом канале. Установлено, что с увеличением предельного напряжения сдвига и пластической вязкости воздействие закрутки на структуру течения становится менее выраженным: глубина провала осевой скорости уменьшается вплоть до полного его исчезновения.

При течении закрученного потока псевдопластической жидкости с пределом текучести Балкли – Гершеля в цилиндрическом канале при одном и том же числе Россби интенсивность рециркуляции тем больше, чем меньше значения предельного напряжения сдвига, консистенции и показателя нелинейности [21].

В работах [22–30] проведен цикл теоретических исследований процессов течения и модифицирования битумов в технологических устройствах. В статье [22] приведены результаты исследования процессов модифицирования битумов в кавитационно-смесительном диспергаторе (КСД). В работе [23] исследован процесс модификации битумов в инжекторном смесителе. Изучено влияние геометрических и режимных параметров установки и интенсивности закрутки потока на характеристики смешения. В работе [24] построена модель движения пузырька в закрученном потоке неньютоновской жидкости. Изучено влияние физических характеристик жидкости и скорости ее движения на динамику пузырька, что дает возможность оптимизировать процесс вспенивания битума, улучшая его свойства. В работах [25, 26] исследовано влияние закрутки на процессы турбулизации и реламинаризации потока битумных вязущих в техноло-

гических устройствах. В работе [27] проведено исследование особенностей течения и характеристик тепломассопереноса турбулизированной сильновязкой битумно-дисперсной среды при течении в охлаждаемом канале в прямоточном и закрученном потоках. Расчеты показывают, что тепло, возникающее в потоке вследствие вязкого трения, может оказывать значительное влияние на условия теплообмена со стенкой. В работах [28, 29] исследован процесс образования кавитационных пузырьков в кавитационно-смесительном диспергаторе. Установлено, что формирование зоны кавитации осуществляется в области пережима канала, где происходит значительное увеличение скорости потока и, соответственно, уменьшение давления. В работе [30] разработана физико-математическая модель и выполнен расчет распада струи битума в спутном закрученном потоке водной фазы. Показано, что рост закрутки потока приводит к интенсификации турбулентности в потоке и, следовательно, способствует более быстрому распаду струи. При этом становится более энергетически выгодным формирование капель меньшего размера.

Целью настоящей работы является исследование установившегося течения битумного вязущего, описываемого моделью Шведова – Бингама, в цилиндрическом канале.

Математическая модель

При описании движения жидких сред, как правило, используют подход Эйлера [31], в рамках которого рассматривают изменение скорости частиц, проходящих через определенную точку пространства.

Деформационное течение определяется тензором скоростей деформаций, компоненты которого в декартовой системе координат имеют вид

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right). \quad (1)$$

Напряженное состояние среды описывается тензором напряжений σ_{ij} , который можно разложить на девиатор τ_{ij} и шаровую часть p , называемую давлением [32]:

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + \tau_{ij}. \quad (2)$$

Для построения моделей жидких сред нужно установить связь между девиаторами тензора скоростей деформации и тензора напряжений [8, 33]. В тензорно-линейных моделях такая связь задаётся соотношениями

$$\tau_{ij} = 2K\dot{\epsilon}_{ij}. \quad (3)$$

В классических моделях предполагается зависимость K только от второго инварианта девиатора тензора скоростей деформации. В качестве вторых инвариантов тензоров $\dot{\epsilon}$ и σ удобно ввести

$$U = \sqrt{2\dot{\epsilon}_{ij}^D \dot{\epsilon}_{ji}^D}, \quad T = \sqrt{\tau_{ij} \tau_{ij} / 2}, \quad (4)$$

где $\dot{\epsilon}_{ij}^D = \dot{\epsilon}_{ij} - \frac{1}{3}\dot{\epsilon}_{kk}$ – компоненты девиатора тензора скоростей деформации.

Из соотношения (3) вытекает следующее соотношение между инвариантами:

$$T = KU. \quad (5)$$

Если связь (5) установлена, то, подставляя её в уравнения движения и присоединяя уравнение неразрывности, а также формулируя необходимые начальные и граничные условия, получим замкнутую систему для определения поля течения.

К настоящему времени разработано большое количество реологических моделей, описывающих поведение неньютоновских сред [35]. Простейшей моделью вязкопластичной жидкости является модель Шведова – Бингама, линейно сочетающая предельное напряжение сдвига τ_Y и вязкость μ . [8, 34].

Предельное напряжение сдвига впервые было обнаружено русским ученым Ф.Н. Шведовым у растворов желатина, а затем американским ученым Ю. Бингамом у масляных красок, которые до этого считались ньютоновскими жидкостями.

Реологический закон Шведова – Бингама для вязкопластических сред для установившегося течения в канале можно записать в виде

$$\tau_{rx} = -\sigma_Y + \mu_{pl} \left(\frac{\partial u}{\partial r} \right), \text{ если } \sigma_Y < \mu \left| \frac{\partial u}{\partial r} \right|; \quad \frac{\partial u}{\partial r} = 0, \text{ если } \sigma_Y > \mu \left| \frac{\partial u}{\partial r} \right|. \quad (6)$$

Рассмотрим осесимметричное установившееся течение в круглой трубе радиуса R , которое происходит под действием заданного постоянного градиента давления:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\frac{\Delta p}{L} = \text{const}. \quad (7)$$

Координату x , отсчитываемую вдоль оси трубы, направим вниз по потоку. Ограничимся исследованием стабилизированного течения вдали от входного течения, когда жидкость движется параллельно оси трубы. Уравнение динамики для жидкости Шведова – Бингама приобретает вид

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r \left(\mu_{pl} \frac{\partial u}{\partial r} - \sigma_Y \right) \right] = \frac{\partial p}{\partial x}. \quad (8)$$

Выпишем необходимые граничные условия. Характерной особенностью данной задачи является то, что кроме условий симметрии на оси течения и условий прилипания на твердой стенке необходимо задать условия перехода к пластическому режиму течения на границе жесткой зоны, которая, в свою очередь, подлежит определению.

Таким образом, при течении вязкопластической жидкости необходимо дополнительно определить границу области деформаций, на которой должны выполняться условия непрерывности скорости и равенства нулю тензора деформаций или, что эквивалентно, его интенсивности.

В результате граничные условия имеют вид

$$r = 0: \frac{\partial u}{\partial r} = 0, \quad r = r_Y: \frac{\partial u}{\partial r} = 0, \quad r = R: u = 0. \quad (9)$$

Интегрирование уравнения (8) с учетом граничных условий приводит к следующему результату:

$$\mu_{pl} \frac{\partial u}{\partial r} - \sigma_Y = \frac{1}{2} \frac{\partial p}{\partial x} r. \quad (10)$$

Таким образом, граница жесткой зоны может быть определена как

$$r_Y = 2\sigma_Y \left| \frac{\partial p}{\partial x} \right|^{-1}. \quad (11)$$

В центре канала образуется зона движения, в которой деформации отсутствуют. При этом величина r_Y определяет условие, при котором возможно течение в канале. Течение в канале реализуется при выполнении условия $r_Y < R$, если $R < r_Y$, то происходит заклинивание канала, и течение становится невозможным.

Во внутренней области течения $r < r_Y$ среда движется как твердое тело с плоским профилем осевой скорости:

$$u = \frac{R^2}{4\mu_{pl}} \left| \frac{\partial p}{\partial x} \right| \left(1 - \left(\frac{r_Y}{R} \right)^2 \right) - \frac{\sigma_Y R}{\mu_{pl}} \left(1 - \frac{r_Y}{R} \right). \quad (12)$$

В пристеночной области распределение осевой скорости имеет параболический характер:

$$u = \frac{R^2}{4\mu_{pl}} \left| \frac{\partial p}{\partial x} \right| \left(1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right) - \frac{\sigma_Y R}{\mu_{pl}} \left(1 - \frac{r}{R} \right). \quad (13)$$

Расход жидкости через поперечное сечение трубы вычисляется по формуле

$$Q = 2\pi \int_0^R u r dr = \frac{\pi R^4}{8\mu_{pl}} \left| \frac{dp}{dx} \right| \left(1 - \frac{4}{3} \frac{r_Y}{R} + \frac{1}{3} \left(\frac{r_Y}{R} \right)^4 \right),$$

а среднерасходная скорость определяется как

$$\bar{u} = \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{R^2}{8\mu_{pl}} \left| \frac{dp}{dx} \right| \left(1 - \frac{4}{3} \frac{r_Y}{R} + \frac{1}{3} \left(\frac{r_Y}{R} \right)^4 \right). \quad (14)$$

Вязкие свойства потока можно характеризовать двумя величинами: эффективной вязкостью μ_{eff} , определяющей локальные свойства течения, и среднерасходной вязкостью $\bar{\mu}$, определяющей интегральные свойства потока.

Эффективная вязкость жидкости Шведова – Бингама μ_{eff} для гидродинамически стабилизированного течения в цилиндрической трубе может быть рассчитана с помощью реологического соотношения

$$\mu_{eff} = \mu_{pl} + \sigma_Y \left| \frac{du}{dr} \right|^{-1}. \quad (15)$$

Первое слагаемое в (15) μ_{pl} характеризует так называемую пластическую вязкость, второе – $\mu_{str} = \sigma_Y \left| \frac{du}{dr} \right|^{-1}$ – структурную вязкость, связанную

с необходимостью приложения напряжений, превосходящих предел текучести для разрушения структуры вязкопластической среды.

Для определения эффективной вязкости воспользуемся реологическим соотношением (10) с учетом радиального распределения скорости (12), (13). В результате в зоне ($r_Y < r$) течения получим

$$\mu_{\text{eff}} = \mu_{\text{pl}} \frac{r}{r - r_Y}. \quad (16)$$

В жесткой зоне среда ведет себя как твердое тело с бесконечно большой вязкостью.

Определим среднерасходную вязкость неньютоновской жидкости $\bar{\mu}$ как вязкость ньютоновской жидкости, движущейся со среднерасходной скоростью \bar{u} в трубе радиусом R под действием перепада давления $\left| \frac{dp}{dx} \right|$. Введение среднерасходной вязкости позволяет при проведении гидравлических расчетов вместо неньютоновской среды рассматривать ньютоновскую жидкость с вязкостью $\bar{\mu}$.

Для ньютоновской жидкости связь между перепадом давления и массовым расходом определяется выражением [24]

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\bar{\mu}} \left| \frac{dp}{dx} \right|. \quad (17)$$

Таким образом, среднерасходная вязкость потока $\bar{\mu}$ будет равна

$$\bar{\mu} = \mu_{\text{pl}} \left(1 - \frac{4}{3} \frac{r_Y}{R} + \frac{1}{3} \left(\frac{r_Y}{R} \right)^4 \right)^{-1}. \quad (18)$$

В технических расчетах принято связывать перепад давления со среднерасходной скоростью течения с использованием коэффициента сопротивления ζ . Для этого предполагается, что перепад давления должен быть пропорционален динамическому напору:

$$\left| \frac{dp}{dx} \right| = \zeta \frac{\rho \bar{u}^2}{4R}. \quad (19)$$

Подставляя в равенство (19) значения $\left| \frac{dp}{dx} \right|$ из формулы (17), получим выражения для коэффициента сопротивления:

$$\zeta = 32 \frac{\bar{\mu}}{\rho \bar{u} R} = \frac{64}{\text{Re}}, \quad (20)$$

где $\text{Re} = \rho \bar{u} d / \bar{\mu}$ – число Рейнольдса, построенное по среднерасходной скорости \bar{u} , среднерасходной вязкости $\bar{\mu}$ и диаметру трубы $d = 2R$.

Равенство (20) выражает закон сопротивления для течения вязкопластической жидкости Шведова – Бингама.

Результаты математического моделирования

Перейдем к анализу полученных результатов. Диапазон изменения параметров был выбран следующим: предельное напряжение сдвига – $\sigma_Y = 0,1\text{--}10$ Па, пластическая вязкость изменялась в пределах $\mu_{pl} = 0,1\text{--}1$ Па·с, перепад давления – $|dp/dx| = 100\text{--}2000$ Па/м. Радиус канала составлял $R = 0,1$ м.

На рис. 1 показана зависимость относительной эффективной вязкости μ_{eff}/μ_{pl} от безразмерной радиальной координаты $\xi = r/R$. Это распределение, типичное для вязкопластических сред, имеет вид гиперболы. Вертикальная асимптота этой гиперболы смещена от оси течения на расстояние r_Y/R , что соответствует наличию в потоке жесткой зоны. Таким образом, в периферийной и пристеночной части течения эффективная вязкость характеризуется низкими значениями. Однако в окрестности жесткой зоны наблюдается существенный рост значений эффективной вязкости. В жесткой зоне при $\xi < r_Y/R$ эффективная вязкость $\mu_{eff}/\mu_{\infty} \rightarrow \infty$. Уменьшение эффективной вязкости вязкопластических сред с ростом скоростей сдвиговых деформаций в реологии объясняется процессами разрушения микроструктуры среды [2].

Анализ формулы (16) показывает, что эффективная вязкость потока прямо пропорциональна пластической вязкости μ_{pl} и нелинейным образом зависит от числа Бингама $Bn = r_Y/R$. Из рис. 1 видно, что с уменьшением значений Bn свойства среды приближаются к ньютоновским. Этот результат объясняется преобладающей ролью ньютоновских свойств течения в потоках с низкими значениями числа Bn .

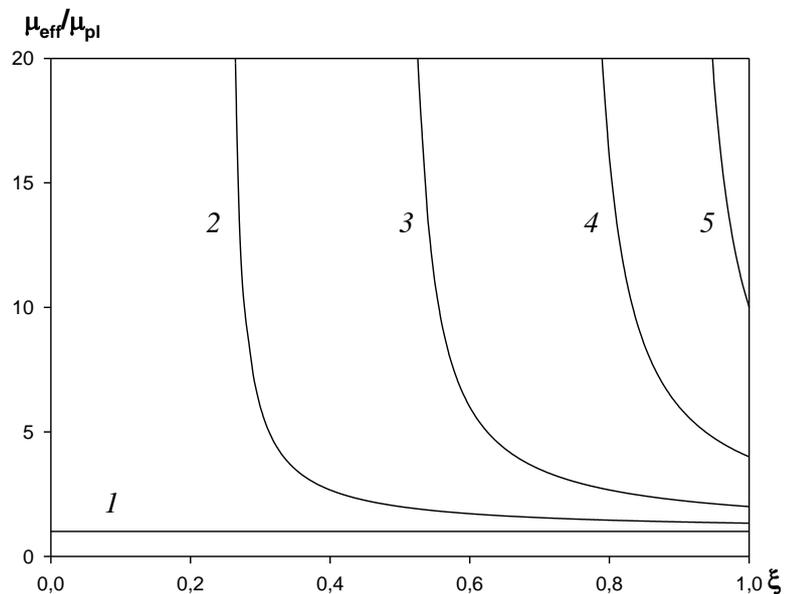


Рис. 1. Радиальное распределение относительной эффективной вязкости:
1 – $Bn = 0$ (ньютоновская жидкость); 2 – 0,25; 3 – 0,50; 4 – 0,75; 5 – 0,9

На рис. 2 показана зависимость относительного значения среднерасходной вязкости $\bar{\mu}/\mu_{pl}$ от перепада давления $\left|\frac{dp}{dx}\right|$.

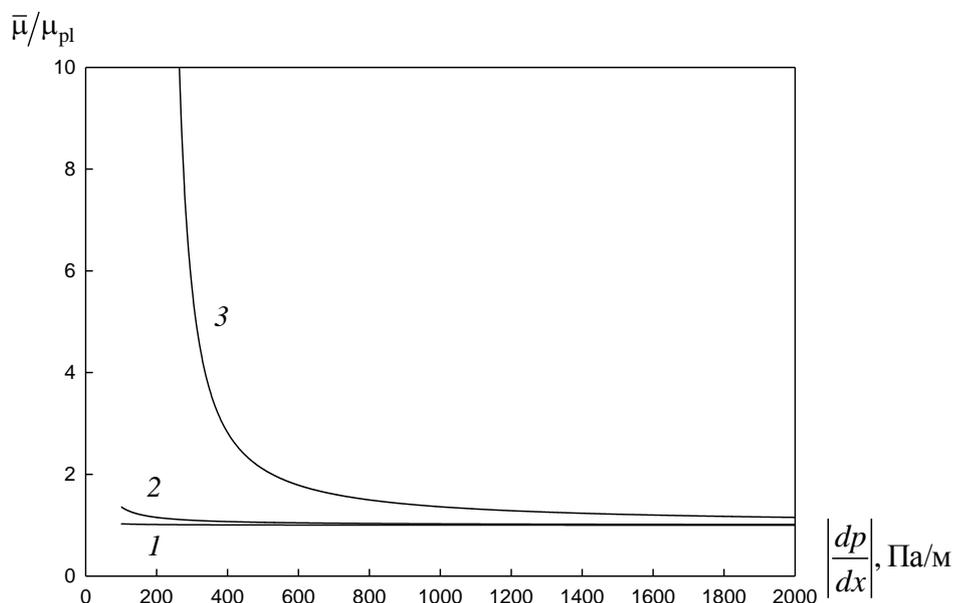


Рис. 2. Зависимость относительной величины среднерасходной вязкости $\bar{\mu}/\mu_{pl}$ от перепада давления $\left|\frac{dp}{dx}\right|$:
 1 – $\sigma_{\gamma} = 0,1$ Па; 2 – 1 Па; 3 – 10 Па

Как видно из рисунка, при малых значениях σ_{γ} неньютоновские свойства среды выражены слабо: отношение среднерасходной вязкости к пластической близко к единице. С увеличением σ_{γ} величина среднерасходной вязкости увеличивается. Этот эффект наиболее выражен для низкоскоростных потоков, движущихся при малом перепаде давления. С ростом перепада давления жидкость становится более подвижной. Это приводит к уменьшению значений $\bar{\mu}$.

При этом при больших значениях $\left|\frac{dp}{dx}\right|$ величина среднерасходной вязкости монотонно убывает, асимптотически стремясь к пластической вязкости μ_{pl} .

Результаты, представленные на рис. 2, можно систематизировать, если рассмотреть зависимость $\bar{\mu}/\mu_{pl}$ от числа Бингама Bn (рис. 3).

При $Bn = 0,1$ величина среднерасходной вязкости превышает μ_{pl} на 15 %. Однако с ростом значений числа Бингама Bn различие в значениях $\bar{\mu}$ и μ_{pl} увеличивается: при $Bn = 0,38$ величина среднерасходной вязкости в два раза превышает μ_{pl} , а при $Bn = 0,76$ – в десять раз. Отметим, что при $Bn \rightarrow 1$

величина среднерасходной вязкости $\bar{\mu} \rightarrow \infty$. Этот факт объясняется тем, что в потоках с малыми значениями числа Bn преобладают ньютоновские свойства, а при больших значениях числа Bn – нелинейные свойства, связанные со структурированием среды. Таким образом, если при течении вязкопластической жидкости число Бингама $Bn < 0,10$, то неньютоновские свойства течения проявляются незначительно, и с точностью, достаточной для инженерных расчетов, можно рассматривать течение ньютоновской жидкости с вязкостью μ_{pl} .

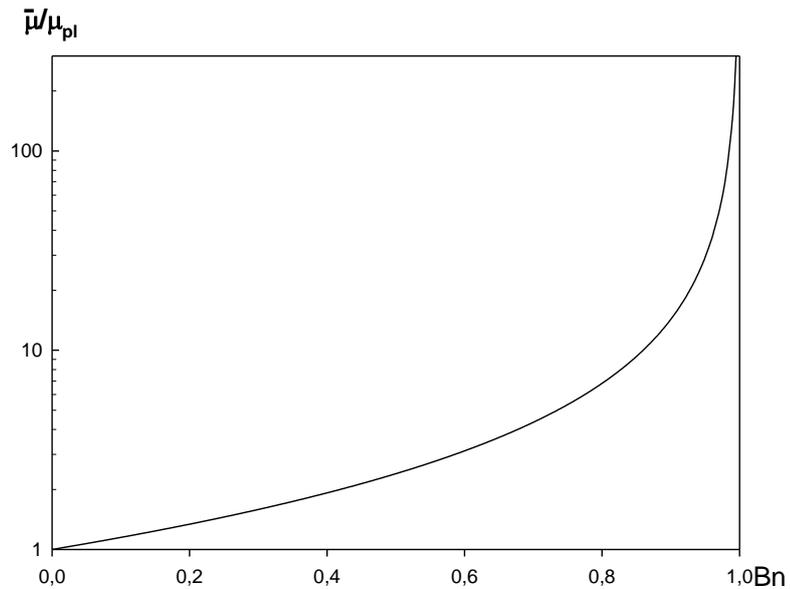


Рис. 3. Зависимость относительной величины среднерасходной вязкости $\bar{\mu}/\mu_{\infty}$ от числа Бингама

На рис. 4 представлены радиальные распределения скорости, рассчитанные для одних и тех же значений реологических параметров μ_{pl} , σ_Y , но различных перепадов давления. Из рисунка хорошо заметны основные отличительные черты вязкопластического течения: квазитвердый профиль в приосевой зоне и параболический в пристеночной области. С увеличением перепада давления $\left| \frac{dp}{dx} \right|$ происходит уменьшение размеров жесткой зоны. Эффективная вязкость среды уменьшается с ростом перепада давления, это приводит к увеличению скорости потока.

С увеличением предельного напряжения сдвига σ_Y среда становится менее подвижной, жесткая зона, локализованная в приосевой части трубы, увеличивается в размерах (рис. 5). В результате расход жидкости уменьшается. При этом значения скорости уменьшаются по всему сечению трубы.

Вариация значений пластической вязкости μ_{pl} не влияет на положение жесткой зоны. Однако с ростом μ_{pl} происходит увеличение эффективной вяз-

кости потока, что приводит к росту гидравлического сопротивления. В результате происходит уменьшение скорости потока и расхода жидкости (рис. 6).

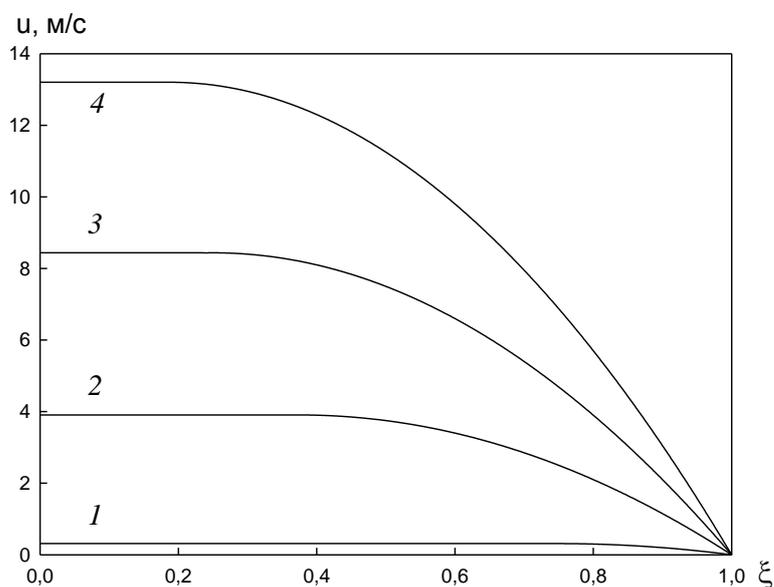


Рис. 4. Радиальное распределение скорости. $\mu_{pl} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 7,5 \text{ Па}$:

$$1 - \left| \frac{dp}{dx} \right| = 200 \text{ Па/м}; 2 - 400 \text{ Па/м}; 3 - 600 \text{ Па/м}; 4 - 800 \text{ Па/м}$$

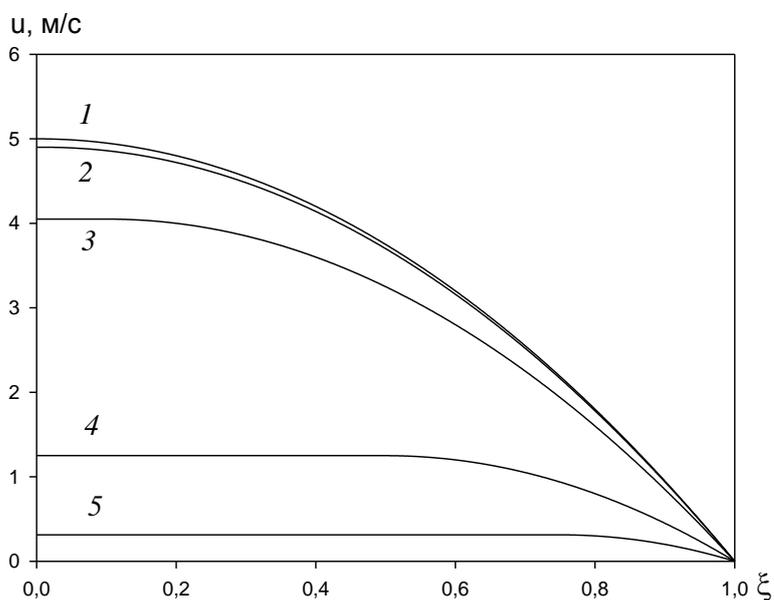


Рис. 5. Радиальное распределение скорости. $\left| \frac{dp}{dx} \right| = 200 \text{ Па/м}$, $\mu_{pl} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$:

$$1 - \sigma_Y = 0 \text{ (ньютоновская жидкость)}; 2 - \sigma_Y = 0,1 \text{ Па}; 3 - 1 \text{ Па}; 4 - 5 \text{ Па}; 5 - 7,5 \text{ Па}$$

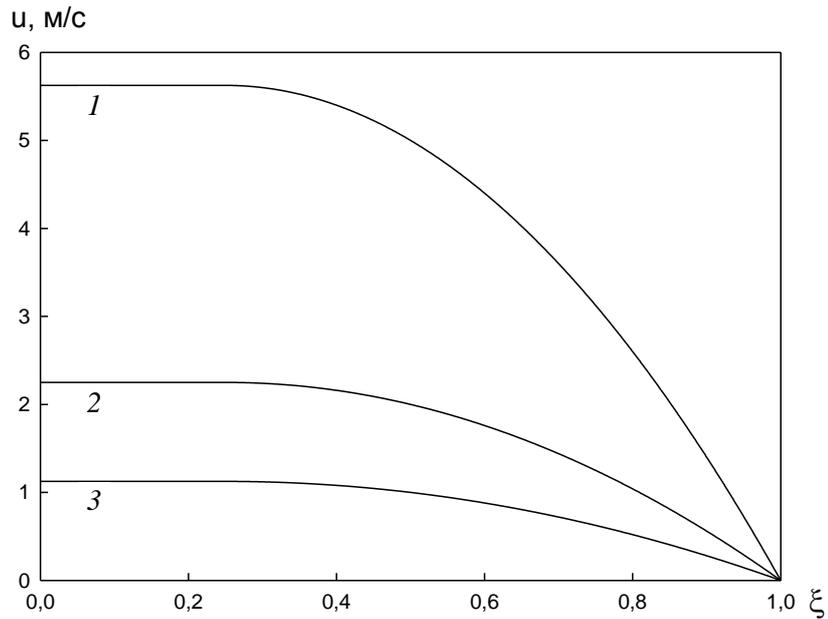


Рис. 6. Радиальное распределение скорости. $\left| \frac{dp}{dx} \right| = 400 \text{ Па/м}$, $\sigma_Y = 5 \text{ Па}$:

1 – $\mu_{pl} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$; 2 – $0,25 \text{ Па}\cdot\text{с}$; 3 – $0,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$

Заполненность профиля скорости характеризует параметр $\lambda = 2\bar{u}/u_{\max}$, представляющий отношение удвоенного значения среднерасходной скорости к скорости на оси течения. Для ньютоновской жидкости $\lambda = 1$. При течении вязкопластической жидкости Шведова – Бингама λ является функцией числа Bn

$$\lambda = 1 + \frac{2}{3} Bn + \frac{1}{3} Bn^2. \quad (21)$$

Результаты расчетов показывают, что $\lambda > 1$. Это свидетельствует о большей заполненности профиля скорости: радиальное распределение скорости с ростом числа Bn становится более пологим. С уменьшением значений числа Бингама Bn ньютоновские свойства становятся доминирующими. В результате этого профиль скорости становится менее заполненным, а значения $\lambda \rightarrow 1$ (рис. 7).

На рис. 8 показано изменение коэффициента гидравлического сопротивления ζ с ростом перепада давления $\left| \frac{dp}{dx} \right|$ для различных значений пластической вязкости μ_{pl} и предельного напряжения сдвига σ_Y . С увеличением значений пластической вязкости μ_{pl} возрастает диссипация механической энергии потока, что приводит к росту гидравлического сопротивления. Неньютоновские свойства среды, обусловленные наличием внутренней структуры, приводят к увеличению гидравлического сопротивления. Наибольшее

увеличение ζ с ростом предельного напряжения сдвига σ_Y происходит при малых значениях перепада давления $\left| \frac{dp}{dx} \right|$.

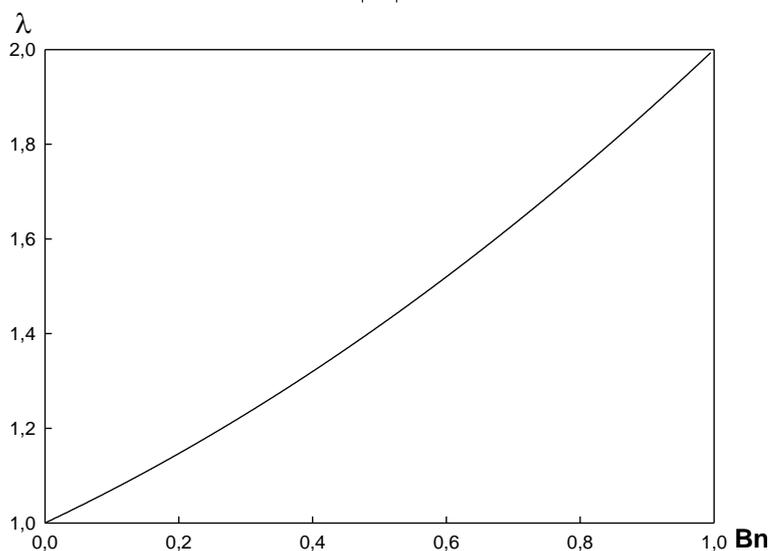


Рис. 7. Зависимость коэффициента заполненности профиля скорости от числа Бингама

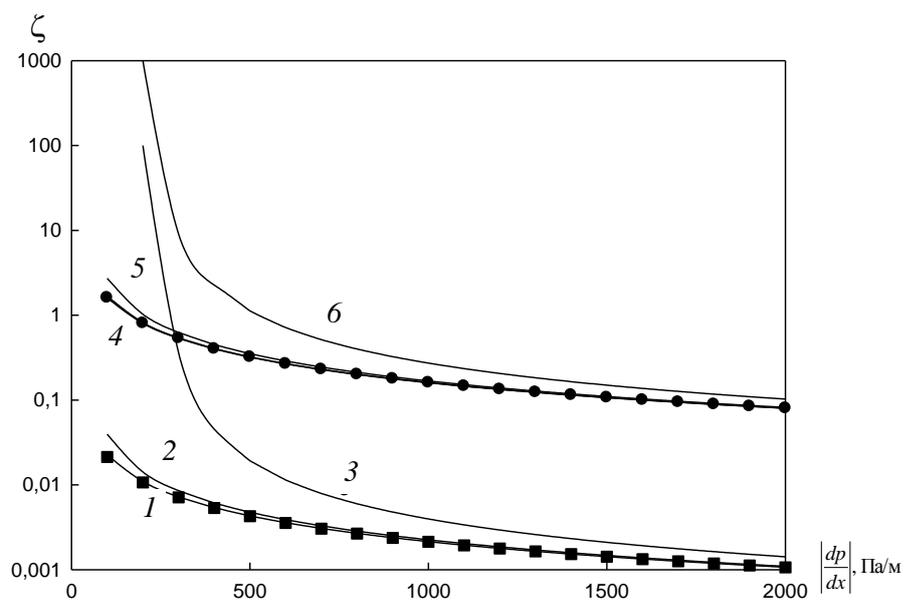


Рис. 8. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от перепада давления: $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$; 1 – $\mu_{pl} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 0,1 \text{ Па}$; 2 – $\mu_{pl} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 1 \text{ Па}$; 3 – $\mu_{pl} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 10 \text{ Па}$; 4 – $\mu_{pl} = 1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 0,1 \text{ Па}$; 5 – $\mu_{pl} = 1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 1 \text{ Па}$; 6 – $\mu_{pl} = 1 \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\sigma_Y = 10 \text{ Па}$; ● – $\mu = 1 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (ньютоновская жидкость); ■ – $\mu = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (ньютоновская жидкость)

При малых значениях предельного напряжения сдвига σ_Y вклад структурной вязкости μ_{str} в рост гидравлического сопротивления незначителен. При больших σ_Y коэффициент гидравлического сопротивления жидкости Шведова – Бингама существенно превышает коэффициент сопротивления ньютоновской жидкости с вязкостью $\mu = \mu_{pl}$, движущейся под тем же перепадом давления.

С увеличением значений $\left| \frac{dp}{dx} \right|$ гидравлическое сопротивление потока уменьшается. При больших значениях перепада давления $\left| \frac{dp}{dx} \right|$ величина коэффициента гидравлического сопротивления ζ , рассчитанная для жидкости Шведова – Бингама, приближается к значениям, рассчитанным для ньютоновской жидкости с вязкостью μ_{pl} .

Для определения влияния неньютоновских свойств среды можно рассмотреть отношение коэффициента гидравлического сопротивления жидкости Шведова – Бингама ζ к коэффициенту гидравлического сопротивления ньютоновской жидкости ζ_N с вязкостью $\mu = \mu_{pl}$. С учетом соотношений (14), (18) это отношение равно

$$\varphi = \frac{\zeta}{\zeta_N} = \left(1 - \frac{4}{3} Bn + \frac{1}{3} Bn^4 \right)^{-2}. \quad (22)$$

Зависимость $\varphi = \varphi(Bn)$ представлена на рис. 9.

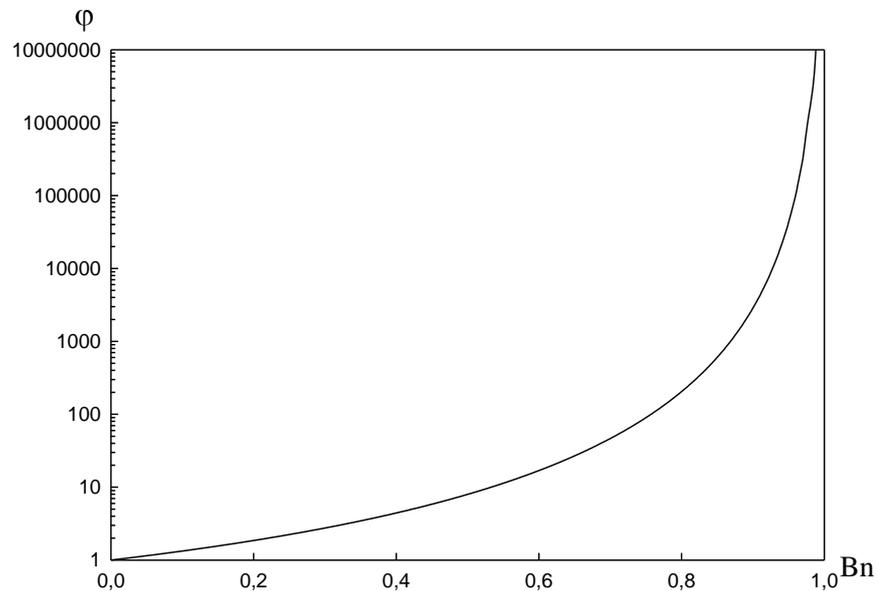


Рис. 9. Влияние числа Бингама на гидравлическое сопротивление

Как видно из рисунка, φ монотонно возрастает с ростом числа Бингама. При $Bn = 0,1$ коэффициент гидравлического сопротивления жидкости Шведова – Бингама на треть превышает коэффициент гидравлического сопротивления ньютоновской жидкости: $\varphi = 1,33$, при $Bn = 0,54$ происходит десятикратное увеличение гидравлического сопротивления, при $Bn \rightarrow 1$ величина $\varphi \rightarrow \infty$.

Заключение

Проведенные исследования показали, что при значениях числа Бингама $Bn < 0,1$ неньютоновские свойства течения можно не учитывать.

Для $Bn > 0,2$ коэффициент гидравлического сопротивления жидкости Шведова – Бингама существенно превышает коэффициент сопротивления ньютоновской жидкости с вязкостью μ_{pl} , движущейся под тем же перепадом давления.

Распределение эффективной вязкости имеет вид гиперболы. Вертикальная асимптота этой гиперболы смещена от оси течения на расстояние r_y/R , что соответствует наличию в потоке жесткой зоны. С увеличением пластической вязкости μ_{pl} и предельного напряжения сдвига σ_y величина среднерасходной вязкости уменьшается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бабак О.Г., Старков Г.Б.* Применение модифицированных вязущих в дорожном строительстве // Дорожная техника и технологии. 2001. № 5. С. 72–75.
2. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Смирнова Н.Г., Пушкарева Г.В., Дульзон Н.К.* Исследование смещения коаксиальных закрученных потоков для приготовления битумных дисперсных систем // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 3 (44). С. 123–134.
3. *Гун Р.Б.* Нефтяные битумы. М. : Химия, 1973. 432 с.
4. *Грушников И.Б.* Производство нефтяных битумов. М. : Химия, 1983. 192 с.
5. *Малкин А.Я., Исаев А.И.* Реология: концепции, методы, приложения. СПб. : Профессия, 2007. 560 с.
6. *Матвиенко О.В., Унгер Ф.Г., Базуев В.П.* Математические модели производственных процессов для приготовления битумных дисперсных систем. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2015.
7. *Кутепов А.М., Полянин Л.Д., Запryanov З.Д., Вязьмин А.В., Казенин Д.А.* Химическая гидродинамика : справочное пособие. М. : Бюро Квантум, 1996.
8. *Климов Д.М., Петров А.Г., Георгиевский Д.В.* Вязкопластические течения: динамический хаос, устойчивость и перемешивание. М. : Наука, 2005.
9. *Уилкинсон У.Л.* Неньютоновские жидкости. М. : Мир, 1964.
10. *Алексеева К.Г., Борзенко Е.И.* Структура течения жидкости Шведова – Бингама в канале со скачком сечения // Известия вузов. Физика. 2012. № 7-2. С. 15–19.
11. *Турбин М.В.* Исследование начально-краевой задачи для модели движения жидкости Гершеля – Балкли // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Физика. Математика. 2013. № 2. С. 246–257.
12. *Борзенко Е.И., Рыльцов И.А., Шрагер Г.Р.* Кинематика течения жидкости Балкли – Гершеля со свободной поверхностью при заполнении канала // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 2017. № 5. С. 53–64.
13. *Борзенко Е.И., Шрагер Г.Р., Якутенок В.А.* Течение неньютоновской жидкости со свободной поверхностью при заполнении круглой трубы // Прикладная механика и техническая физика. 2012. Т. 53. № 2. С. 53–60.
14. *Борзенко Е.И., Шрагер Г.Р., Якутенок В.А.* Моделирование процесса заполнения плоских каналов вязкопластичной жидкостью // Теоретические основы химической технологии. 2011. Т. 45. № 2. С. 187–193.

15. *Зубович С.О.* Анализ математической модели симметричного течения тяжелой вязкопластической среды Гершеля – Балкли в зазоре вращающихся валков // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2010. Т. 1. № 3. С. 130–133.
16. *Муравлева Л.В.* Течения вязкопластической среды Бингама – Ильюшина в симметричном канале переменной ширины // Вестник Московского университета. Сер. 1. Матем., мех. 2012. № 3. С. 65–67.
17. *Вишняков В.И., Покровский Л.Д.* К теории нестационарных течений вязкопластических сред // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып. 8. Условия доступа : <http://engjournal.ru/catalog/fundamentals/physics/876.html>
18. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Южанова Н.К.* Математическое моделирование течения закрученного потока псевдопластической жидкости в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2011. Т. 84. № 3. С. 544–547.
19. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Южанова Н.К.* Математическое моделирование течения закрученного потока дилатантной жидкости в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2014. Т. 87. № 1. С. 192–199.
20. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Дульзон Н.К.* Математическое моделирование течения закрученного потока вязкопластической жидкости в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2014. Т. 87. № 5. С. 1129–1137.
21. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Асеева А.Е.* Математическое моделирование течения закрученного потока псевдопластической жидкости Балкли – Гершеля в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2019. Т. 92. № 1. С. 215–226.
22. *Базуев В.П., Матвиенко О.В., Вороненко В.Л.* Моделирование процесса модифицирования битума в кавитационно-смесительном диспергаторе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 4. С. 121–128.
23. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Туркасова Н.Г., Байгулова А.И.* Исследование процесса модификации битума в инжекторном смесителе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 3. С. 202–213.
24. *Матвиенко О.В., Агафонцева М.В., Базуев В.П.* Исследование динамики пузырька в закрученном потоке нелинейно-вязкой жидкости // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 4. С. 144–156.
25. *Матвиенко О.В.* Исследование теплообмена и формирования турбулентности во внутреннем закрученном потоке жидкости при низких числах Рейнольдса // Инженерно-физический журнал. 2014. Т. 87. № 4. С. 908–918.
26. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Южанова Н.К.* Численное исследование перехода к турбулентному режиму течения внутренних закрученных потоков битумных вяжущих // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 2. С. 132–143.
27. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Дульзон Н.К., Смирнова Н.Г., Агафонова М.В.* Численное исследование структуры течения и теплообмена при закрученном течении битумно-дисперсных систем в цилиндрических каналах // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 2 (43). С. 80–93.
28. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Веник В.Н., Смирнова Н.Г.* Численное исследование процесса образования кавитационных пузырьков в смесительном устройстве // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 4 (45). С. 231–245.
29. *Матвиенко О.В., Базуев В.П., Веник В.Н., Смирнова Н.Г.* Экспериментальное исследование процесса кавитации в технологических устройствах // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 6. С. 165–176.
30. *Матвиенко О.В., Эфа А.К., Базуев В.П., Евтюшкин Е.В.* Численное моделирование распада турбулентной струи в спутном закрученном потоке // Известия вузов. Физика. 2006. Т. 49. № 6. С. 96–107.
31. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа. М. : Наука, 1974.
32. *Матвиенко О.В.* Численное исследование течения неньютоновских жидкостей в цилиндрическом канале // Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. № 8-2. С. 183–189.

33. *Матвиенко О.В.* Исследование установившегося течения псевдопластической жидкости, описываемой моделью Сиско, в цилиндрической трубе // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2018. № 55. С. 99–112.
34. *Матвиенко О.В., Евтюшкин Е.В.* Математическое исследование сепарации дисперсной фазы в гидроциклоне при очистке вязкопластических буровых растворов // Инженерно-физический журнал. 2011. Т. 84. № 2. С. 243–252.
35. *Matvienko O.V., Bazuev V.P., Venik V.N., Smirnova N.G.* Numerical investigation of Herschel - Bulkley fluids mixing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Advanced Materials in Construction and Engineering. Ser. «International Scientific Conference of Young Scientists: Advanced Materials in Construction and Engineering, TSUAB 2014». 2015. С. 012034.

REFERENCES

1. *Babak O.G., Starkov G.B.* Primeneniye modifitsirovannykh vyazhushchikh v dorozhnom stroitel'stve [Application of modified binders in road construction]. *Dorozhnaya tekhnika i tekhnologii*. 2001. No. 5. P. 72–75. (rus)
2. *Matvienko O.V., Bazuev V.P., Smirnova N.G., Pushkareva G.V., Dulzon N.K.* Issledovaniye smesheniya koaksial'nykh zakruchennykh potokov dlya prigotovleniya bitumnykh dispersnykh sistem [A study of mixing coaxial swirling flows for preparation of asphalt dispersion systems]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2014. No. 3 (44). Pp. 123–134. (rus)
3. *Gun R.P.* Neftyanyye bitumy. [Oil bitumens]. Moscow: Khimia, 1973. 432 p. (rus)
4. *Grudnikov I.B.* Proizvodstvo neftyanykh bitumov [Production of oil bitumen]. Moscow: Khimia, 1983. 192 p. (rus)
5. *Malkin A.Y., Isaev A.I.* Reologiya: kontseptsii, metody, prilozheniya [Rheology: concepts, methods, applications]. St.-Petersburg: Professiya, 2007. 560 p. (rus)
6. *Matvienko O.V., Unger F.G., Bazuev V.P.* Matematicheskiye modeli proizvodstvennykh protsessov dlya prigotovleniya bitumnykh dispersnykh sistem [Mathematical models of manufacturing processes for the preparation of dispersed bitumen systems]. Tomsk: TSUAB, 2015. (rus)
7. *Kutepov A.M., Polyatin L.D., Zapryanov Z.D., Vyaz'min A.V., Kazenin D.A.* Khimicheskaya gidrodinamika: spravochnoye posobiye [Chemical hydro-dynamics: handbook]. Moscow: Byuro Kvantum, 1996. (rus)
8. *Klimov D.M., Petrov A.G., Georgievsky D.V.* Vyazkoplasticheskiye techeniya: dinamicheskiy khaos, ustoychivost' i peremeshivaniye [Visco-plastic flows: dynamic chaos, stability and mixing]. Moscow: Nauka, 2005. (rus)
9. *Wilkinson W.L.* Non-Newtonian fluids. New York – London: Pergamon Press, 1960.
10. *Alekseeva K.G., Borzenko E.I.* Struktura techeniya zhidkosti Shvedova – Bingama v kanale so skachkom secheniya [Structure of the Shvedov-Bingham flow in the channel with section jump]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika*. 2012. No. 7-2. Pp. 15–19. (rus)
11. *Turbin M.V.* Issledovaniye nachal'no – krayevoy zadachi dlya modeli dvizheniya zhidkosti Gershelya – Balkli [Initial boundary value problem for the model of Herschel-Bulkley fluid]. *Vestnik Voronezhskogo gos. un-ta. Ser. Fizika. Matematika*. 2013. No. 2. P. 246–257. (rus)
12. *Borzenko E.I., Ryltsov I.A., Shrager G.R.* Kinematika techeniya zhidkosti Balkli – Gershelya so svobodnoy poverkhnost'yu pri zapolnenii kanala [Kinematics of Herschel-Bulkley fluid with free surface in channel filling]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Mekhanika zhidkosti i gaza*. 2017. No. 5. Pp. 53–64. (rus)
13. *Borzenko E.I., Shrager G.R., Yakutenok V.A.* Techeniye nen'yutonovskoy zhidkosti so svobodnoy poverkhnost'yu pri zapolnenii krugloy truby [Flow of non-Newtonian fluid with free surface in round tube filling]. *Prikladnaya mekhanika i tekhnicheskaya fizika*. 2012. V. 53. No. 2. Pp. 53–60. (rus)
14. *Borzenko E.I., Shrager G.R., Yakutenok V.A.* Modelirovaniye protsessa zapolneniya ploskikh kanalov vyazkoplastichnoy zhidkost'yu [Modeling of filling flat channels with visco-plastic fluid]. *Theoretical Foundations of Chemical Technology*. 2011. V. 45. No. 2. Pp. 187–193. (rus)
15. *Zubovich S.O.* Analiz matematicheskoy modeli simmetrichnogo techeniya tyazhelyo vyazkoplasticheskoy sredy Gershelya – Balkli v zazore vrashchayushchikhvalkov [Math-

- ematical model of symmetric flow of heavy visco-plastic Herschel-Bulkley fluid in the gap of rotating rolls]. *Izvestia. Volgograd. State Tech. Univ.* 2010. V. 1. No. 3. Pp. 130–133. (rus)
16. Muravleva V.V. Teleniya vyazkoplasticheskoy sredy Bingama – Il'yushina v simmetrichnom kanale peremennoy shiriny [Flows of a Bingham–Ilyushin viscoplastic fluid in symmetric channel of variable width]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 1. Matem., mekh.* 2012. No. 3. Pp. 65–67. (rus)
 17. Vishnyakov V.I., Pokrovsky L.D. K teorii nestatsionarnykh techeniy vyazkoplasticheskikh sred. *Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii* [Theory of unsteady flows of visco-plastic media]. *Inzhenernyi zhurnal: nauka i innovatsii.* 2013. No. 8. Available: <http://engjournal.ru/catalog/fundamentals/physics/876.html> (rus)
 18. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Yuzhanova N.K. Matematicheskoye modelirovaniye techeniya zakruchennogo potoka psevdoplasticheskoy zhidkosti v tsilindricheskom kanale [Mathematical modeling of swirling flow of pseudoplastic fluid in cylindrical channel]. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal.* 2011. V. 84. No. 3. Pp. 544–547. (rus)
 19. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Yuzhanova N.K. Matematicheskoye modelirovaniye techeniya zakruchennogo potoka dilatantnoy zhidkosti v tsilindricheskom kanale [Mathematical modeling of swirling flow of dilatant fluid in cylindrical channel]. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal.* 2014. V. 87. No. 1. Pp. 192–199. (rus)
 20. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Dulzon N.K. Matematicheskoye modelirovaniye techeniya zakruchennogo potoka vyazkoplasticheskoy zhidkosti v tsilindricheskom kanale [Mathematical modeling of swirling flow of pseudoplastic fluid in cylindrical channel]. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal.* 2014. V. 87. No. 5. Pp. 1129–1137. (rus)
 21. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Aseeva A.E. Matematicheskoye modelirovaniye techeniya zakruchennogo potoka psevdoplasticheskoy zhidkosti Balkli – Gershelya v tsilindricheskom kanale [Mathematical modeling of swirling flow of pseudo-plastic Bulkley – Herschel fluid in cylindrical channel]. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal.* 2019. V. 92. No. 1. Pp. 215–226. (rus)
 22. Bazuev V.P., Matvienko O.V., Voronenko V.L. Modelirovaniye protsessa modifitsirovaniya bituma v kavitatsionno-smesitel'nom dispergatore [Modeling of the process of modifying bitumen in a cavitation mixing disperser]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building.* 2010. No. 4. Pp. 121–128. (rus)
 23. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Turkasova N.G., Baygulova A.I. Issledovaniye protsessa modifikatsii bituma v inzhektornom smesitele [Investigation of bitumen modification in injector mixer]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building.* 2013. No. 3. Pp. 202–213. (rus)
 24. Matvienko O.V., Agafontseva M.V., Bazuev V.P. Issledovaniye dinamiki puzyr'ka v zakruchennom potoke nelineynno-vyazkoy zhidkosti [Investigation of bubble dynamics in swirling flow of nonlinear viscous fluid]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building.* 2012. No. 4. Pp. 144–156. (rus)
 25. Matvienko O.V. Issledovaniye teploobmena i formirovaniya turbulentnosti vo vnutrennem zakruchennom potoke zhidkosti pri nizkikh chislakh Reynol'dsa [Heat transfer and formation of turbulence in internal swirling fluid flow at low Reynolds numbers]. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal.* 2014. V. 87. No. 4. Pp. 908–918. (rus)
 26. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Yuzhanova N.K. Chislennoye issledovaniye perekhoda k turbulentnomu rezhimu techeniya vnutrennikh zakruchennykh potokov bitumnykh vyazhushchikh [Numerical investigation of transition to the turbulent mode of internal swirl flows of bitumen binders]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building.* 2013. No. 2. Pp. 132–143. (rus)
 27. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Dulzon N.K., Smirnova N.G., Agafonova M.V. Chislennoye issledovaniye struktury techeniya i teploobmena pri zakruchennom techenii bitumno-dispersnykh sistem v tsilindricheskikh kanalakh [Numerical investigation of flow structure and heat exchange of swirling flows of disperse bitumen systems in cylindrical channels]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building.* 2014. No. 2 (43). Pp. 80–93. (rus)
 28. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Venik V.N., Smirnova N.G. Chislennoye issledovaniye protsessa obrazovaniya kavitatsionnykh puzyr'kov v smesitel'nom ustroystve [Computational investigation of cavitation in cavitation disperser]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building.* 2014. No. 4 (45). Pp. 231–245. (rus)
 29. Matvienko O.V., Bazuev V.P., Venik V.N., Smirnova N.G. Eksperimental'noye issledovaniye protsessa kavitatsii v tekhnologicheskikh ustroystvakh [Experimental study of cavitation in

- different apparatuses]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2015. No. 6. P. 165–176. (rus)
30. *Matvienko O.V., Efa A.K., Bazuev V.P., Evtuyushkin E.V.* Chislennoye modelirovaniye raspada turbulentnoy strui v sputnom zakruchennom potoke [Numerical modeling of decay of turbulent jet in wake swirling flow]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika*. 2006. V. 49. No. 6. Pp. 96–107. (rus)
 31. *Loitsyansky L.G.* Mekhanika zhidkosti i gaza [Mechanics of liquid and gas]. Moscow: Nauka, 1974. (rus)
 32. *Matvienko O.V.* Chislennoye issledovaniye techeniya nen'yutonovskikh zhidkostey v tsilindricheskom kanale [Numerical investigation of flow of non-Newtonian fluids in cylindrical channel]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Fizika*. 2014. V. 57. No. 8-2. Pp. 183–189. (rus)
 33. *Matvienko O.V.* Issledovaniye ustanovivshegosya techeniya psevdoplasticheskoy zhidkosti, opisuyayemoy model'yu Sisko, v tsilindricheskoy trube [Steady state flow of pseudo-plastic fluid described by the Sisco model in cylindrical tube]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika i mekhanika*. 2018. No. 55. Pp. 99–112. (rus)
 34. *Matvienko O.V., Evtuyushkin E.V.* Matematicheskoye issledovaniye separatsii dispersnoy fazy v gidrotsiklone pri oчитке вязкопластических буровых растворов [Mathematical investigation of disperse phase separation in hydrocyclone in purifying visco-plastic mud]. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal*. 2011. V. 84. No. 2. Pp. 243–252. (rus)
 35. *Matvienko O.V., Bazuev V.P., Venik V.N., Smirnova N.G.* Numerical investigation of Herschel-Bulkley fluids mixing. In: *IOP Conference Series: Materials and Engineering. Ser. 'International Scientific Conference of Young Researchers: Advanced Materials in Construction and Engineering'*. 2015. P. 012034.

Сведения об авторах

Матвиенко Олег Викторович, докт. физ.-мат. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2; профессор, Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Базуев Виктор Павлович, канд. физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Сабьлина Наталья Романовна, магистрант, Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Асеева Алёна Евгеньевна, магистрант, Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Суртаева Анастасия Анатольевна, магистрант, Томский государственный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Authors Details

Oleg V. Matvienko, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia; National Research Tomsk State University, 36, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia.

Viktor P. Bazuev, PhD, Senior Scientist, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia.

Natalya R. Sabylina, Undergraduate Student, National Research Tomsk State University, 36, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia.

Alyona E. Aseeva, Undergraduate Student, National Research Tomsk State University, 36, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia.

Anastasia A. Surtaeva, Undergraduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia.

УДК 691.54.666.94

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-178-194

В.К. КОЗЛОВА¹, В.А. ЛОТОВ³, Ю.С. САРКИСОВ²,
В.В. ЛОГВИНЕНКО¹, И.А. РАХМАНОВА², Е.В. БОЖОК¹,

¹Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

²Томский государственный архитектурно-строительный университет,

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ПРОЦЕССЫ КАРБОНИЗАЦИОННОЙ УСАДКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Актуальность исследования обусловлена наличием проблемы долговечности сооружений из различных строительных материалов и необходимостью изучения механизма воздействия углекислого газа воздуха на строительные материалы с целью уменьшения его агрессивного и разрушающего воздействия.

Цель исследования – выяснить причины разрушения строительных материалов при их карбонизации и предложить способы уменьшения этого воздействия.

Объектом исследования является силикатный кирпич, цементный камень и бетон.

В результате исследования выявлены причины разрушения ограждающих стеновых конструкций из силикатного кирпича, установлены природа и механизм воздействия углекислоты на продукты гидратации в силикатном кирпиче и цементный камень в бетоне. Установлено, что при карбонизационном воздействии на продукты гидратации происходит их переход в более плотное состояние, сопровождающийся сокращением объёма и возникновением усадочных деформаций, иногда приводящих к нарушению сплошности структуры материала и даже к разрушению. На примере системы «цемент – вода» показано, что более наглядные и достоверные результаты исследований усадочных процессов можно получить при использовании характеристик объёмного фазового состава системы, позволяющих контролировать изменение параметров перестройки структуры от начального до конечного состояний системы, т. е. от цементного теста до цементного камня при различных сроках твердения. Показано, что степень заполнения исходного порового пространства продуктами гидратации достигает к 28 сут твердения одинаковой величины в пределах 67–70 %, а пористость цементного камня в конечном состоянии при начальном содержании твёрдой фазы $K_{т1} = 0,5$ составляет 16,5 %, при $K_{т1} = 0,55$ – 13,5 %, при $K_{т1} = 0,6$ – 12,8 %, при $K_{т1} = 0,65$ – 11,2 %, при $K_{т1} = 0,7$ – 9,0 %. Из этого следует, что усадочные процессы более интенсивно будут протекать в цементном тесте с начальной пористостью более 40–50 %. Снизить негативное действие усадочных процессов можно путём введения в состав цемента или известково-песчаного вяжущего добавок карбонатных пород – известняка или доломита.

Ключевые слова: цемент, известковое вяжущее; усадка; углекислотная коррозия; карбонизация; объёмный фазовый состав; гидратация; твердение; пористость; степень перестройки структуры; степень заполнения порового пространства; физико-химические процессы.

Для цитирования: Козлова В.К., Лотов В.А., Саркисов Ю.С., Логвиненко В.В., Рахманова И.А., Божок Е.В. Процессы карбонизационной усадки строительных материалов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 178–194.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-178-194

V.K. KOZLOVA¹, V.A. LOTOV³, Yu.S. SARKISOV²,
V.V. LOGVINENKO¹, I.A. RAKHMANOVA², E.V. BOZHOK¹,

¹Polzunov Altai State Technical University,

²Tomsk State University of Architecture and Building,

³National Research Tomsk Polytechnic University

PROCESSES OF CARBONIZING SHRINKAGE OF CONSTRUCTION MATERIALS

Relevance: This paper studies the durability of structures made of various building materials and the effect of carbon dioxide on building materials with a view to reduce its aggressive and destructive effects. **Purpose:** The aim of the paper is to identify and eliminate the causes of the building material destruction during their carbonization. **Materials/Methods:** Silicate brick, cement stone and concrete. **Research findings:** Research is carried out into the destruction of wall structures made of calcium silicate brick and carbon dioxide corrosion of hydration products in calcium silicate brick and cement brick in concrete. It is found that carbonization in hydration products results in their transfer to a denser state which is accompanied by the reduction in the volume of shrinking deformations which cause sometimes the breach and fracture of material. When considering the water/cement system, it is shown that more credible and visible results on shrinkage processes can be obtained through parameters of its volume phase composition which allow controlling the parameters of the structure rearrangement from the initial to final states of the system, i.e. from cement paste to cement brick hardened at different time intervals. It is shown that after 28 days of hardening, the degree of filling the initial pore space with hydration products reaches 67%, while the porosity of cement brick in the final state is 16.5% at the initial composition of the solid phase $F_{s1} = 0.5$; 13.5% at $F_{s1} = 0.55$; 12.8% at $F_{s1} = 0.6$; 11.2% at $F_{s1} = 0.65$ and 0.7-9.0% at $F_{s1} = 0.7$. It follows that shrinkage processes intensify in cement paste with the initial porosity over 40-50%. It is possible to reduce the negative effect from shrinkage processes via the addition of carbonate-containing mineral additives such as lime rock or dolomite to the cement or lime and sand composition.

Keywords: cement; lime binder; shrinkage; carbon dioxide corrosion; carbonization; volumetric phase composition; hydration; hardening; porosity; degree of structural rearrangement; pore space filling; physicochemical processes.

For citation: Kozlova V.K., Lotov V.A., Sarkisov Yu.S., Logvinenko V.V., Rakhmanova I.A., Bozhok E.V. Protsesty karbonizatsionnoi usadki stroitel'nykh materialov [Processes of carbonizing shrinkage of construction materials]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 178–194.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-178-194

Введение

Проблема сохранения в течение длительного времени жилых зданий и других сооружений из силикатного кирпича и бетона играет важную роль в обеспечении безопасных условий существования человека. Быстрое, непредсказуемое разрушение этих зданий связано с большими экономическими потерями и социальными проблемами. Поэтому знание причин, вызывающих эти разрушения, является основой для решения вышеприведённой проблемы.

Строительные конструкции из различных строительных материалов должны обладать не только механической прочностью и устойчивостью под действием механических нагрузок, но и высокой долговечностью при агрессивном действии внешних химических и физических факторов.

В процессе твердения и дальнейшей службы строительных материалов, изготовленных с применением минеральных вяжущих веществ, происходят физико-химические процессы, сопровождающиеся изменением объёма системы, что приводит к её усадке. Основной причиной усадочных явлений является контракция и химическая коррозия материала, возникающая при воздействии различных химических веществ. Основными видами химической коррозии являются коррозия выщелачивания, кислотная коррозия, сульфатная и магниезальная коррозия.

Углекислотная коррозия является разновидностью кислотной, в то же время она представляет собой самый распространённый вид химической коррозии и сопутствует всем остальным видам физической и химической коррозии. Практически ни один тип коррозии не протекает в чистом виде, на самом деле имеет место совместное действие нескольких видов коррозии на материалы строительных объектов, эксплуатация которых протекает в воздушной атмосфере, в водной среде и в грунте. В чистом виде может протекать только углекислотная коррозия. Возникающие при коррозии усадочные деформации могут привести к образованию трещин и других дефектов в структуре строительных материалов и, следовательно, к сокращению сроков службы этих материалов [1–7].

Общая величина усадочных деформаций строительных материалов складывается из влажностной и карбонизационной усадки, являющейся результатом углекислотной коррозии. Как правило, при характеристике материалов приводятся показатели общей усадки, без разделения на влажностную и карбонизационную составляющие. Причины и масштабы влажностной усадки строительных материалов достаточно хорошо изучены, её уменьшение достигается, в основном, за счёт снижения влажности материалов. Природа карбонизационной усадки остаётся невыясненной до настоящего времени, практически отсутствуют методы её определения и способы нейтрализации её разрушающего воздействия [8–13]. В связи с этим актуальным является определение усадки строительного материала именно при его карбонизации. Усадка строительного материала при карбонизации является длительным процессом и может заканчиваться через 15–17 лет эксплуатации при обычных концентрациях и парциальном давлении CO_2 в воздухе. В экспериментальных данных по определению усадки при карбонизации материала необходимо вычленить влажностное набухание материала и далее определять только усадку при карбонизации. Выделение карбонизационной усадки необходимо осуществлять, используя свойство необратимости карбонизационной усадки и обратимости влажностной усадки. Выяснение природы карбонизационной усадки проведено нами на примере силикатного кирпича и цементного камня в составе бетона.

Силикатный кирпич в России является вторым по распространённости после керамического кирпича стеновым материалом, доля которого в общем объёме стеновых материалов составляет около 30 %. Усадка кирпича не должна превышать 0,25–0,35 мм/м. В литературных источниках отсутствуют сведения об определении усадочных деформаций силикатного кирпича в процессе его службы в ограждающих конструкциях, хотя в работе [14] показано, что при обследовании разрушения 6-этажного здания из силикатного кирпича основной

объём очагов разрушения находится в местах контактов поверхности кирпича и затвердевшего кладочного раствора. Большинство усадочных трещин сконцентрировано по границе между кирпичом и раствором.

Продукты взаимодействия кварцевого песка и извести в автоклавных условиях представляют собой совокупность различных типов полукристаллических гидросиликатов кальция, имеющих промежуточный состав между гелем $(0,8-1,5)CaO \cdot SiO_2 \cdot (1-2,5)H_2O$ и тоберморитом – 1,1 нм и характеризующихся слоистой структурой [15, 16]. Эти гидросиликаты кальция могут активно взаимодействовать с углекислым газом воздуха. Масштабы углекислотной коррозии силикатного кирпича в ограждающих конструкциях современных строительных объектов заслуживают особого внимания, т. к. углекислотная коррозия сопровождается карбонизационной усадкой силикатного кирпича и цементного камня в составе кладочного раствора, что может в значительной степени ослабить контакт между ними.

Экспериментальная часть

С целью выявления влияния углекислотной коррозии на свойства силикатного кирпича проведена его принудительная карбонизация углекислым газом при давлении 0,4 МПа в лабораторном карбонизаторе. Образцы-цилиндры диаметром 50 мм и высотой, равной диаметру, изготавливались из известково-песчаной смеси, содержащей 8 % оксида кальция. Для определения предела прочности при изгибе и величины карбонизационной усадки изготавливались образцы-балочки размером 4×4×16 см. Технология изготовления образцов полностью соответствовала технологии изготовления силикатного кирпича. Степень карбонизации рассчитывалась по количеству углекислого газа, связанного в процессе принудительной карбонизации. У карбонизированных образцов определялись средняя плотность, объёмное водопоглощение, пределы прочности при сжатии и изгибе, коэффициент размягчения. Свойства силикатного кирпича в зависимости от степени карбонизации приведены в табл. 1. Все показатели свойств представляют собой среднюю величину по 5 образцам.

Таблица 1

Свойства силикатного кирпича в зависимости от степени карбонизации

Степень карбонизации, %	Средняя плотность, г/см ³	Объёмное водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Коэффициент размягчения
0	1,785	18,10	22,62	4,54	0,57
20,8	1,803	17,52	23,83	5,12	0,61
39,4	1,815	16,64	25,44	6,10	0,65
66,0	1,823	15,85	24,15	5,65	0,69
90,0	1,830	15,20	21,53	5,05	0,73

Из представленных результатов следует, что с повышением степени карбонизации силикатного кирпича наблюдается небольшое увеличение его

плотности, снижается водопоглощение и увеличивается коэффициент размягчения. Под действием углекислого газа силикатный кирпич становится более водостойким. В начальный период карбонизации отмечается небольшое повышение прочности при сжатии и изгибе. При степени карбонизации выше 60 % отмечается снижение прочностных показателей кирпича.

Кроме показателей, характеризующих изменение свойств силикатного кирпича в процессе карбонизации в течение 40 ч, была определена величина его усадочных деформаций. Особенно активно усадочные деформации развиваются в начальный период карбонизации. После 8 ч принудительной карбонизации усадка силикатных образцов составила 2,75 мм/м, после 16 ч – 3,3 мм/м. При степени карбонизации, равной 90 % (через 40 ч), карбонизационная усадка составила 3,76 мм/м. Следует отметить, что при степени карбонизации до 40 % повышенная карбонизационная усадка не оказывает отрицательного влияния на прочностные свойства силикатного кирпича, хотя к этому времени его размер (250 мм) уменьшается на 0,8 мм. В кирпичной кладке такое уменьшение размеров силикатного кирпича приведёт к увеличению расстояния между кирпичами и ослаблению прочности в контактной зоне между кирпичом и кладочным раствором. Одним из возможных путей снижения негативного влияния усадочных деформаций может быть введение в состав исходной известково-песчаной смеси различных минеральных добавок. В работе [11] было показано, что карбонатсодержащие минеральные добавки, такие как известняк и доломит, позволяют значительно повысить стойкость к углекислотной коррозии строительных материалов, изготовленных с использованием цементов и смешанных вяжущих веществ. Наибольший эффект обеспечивает использование добавки доломита.

Для изготовления образцов силикатного кирпича с минеральными добавками использовался кварцевый песок Власихинского месторождения Алтайского края с модулем крупности, равным 1,31, и содержанием глинистых частиц 2,5 %. В качестве вяжущего применялась быстрогасящаяся кальциевая известь первого сорта, а в качестве минеральной добавки – доломит Таензинского месторождения Кемеровской области. Добавка доломита в количестве 15 % вводилась в мельницу, где осуществлялся совместный помол извести, доломита и части песка для изготовления известково-песчаного вяжущего совместно с добавкой. Из приготовленного вяжущего и остальной части песка изготавливалась сырьевая смесь. После смешивания ее с водой и выдерживания в течение 4 ч для завершения процессов гашения извести из полученной сырьевой смеси методом прессования формовался силикатный кирпич. После автоклавной обработки такой кирпич отличался от контрольного состава № 1 повышенным пределом прочности при сжатии (25,4 МПа против 14,2 МПа) и повышенной водостойкостью (коэффициент размягчения равен 0,84 против 0,59). С целью определения влияния минеральной добавки на стойкость продуктов автоклавного синтеза против углекислотной коррозии проводилась принудительная карбонизация образцов с определением степени карбонизации. Результаты определения степени карбонизации силикатного кирпича различного состава приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние добавки доломита на степень карбонизации силикатного кирпича

Состав сырьевой смеси	Изменение степени карбонизации образцов во времени, %						
	4 ч	8 ч	12 ч	16 ч	20 ч	24 ч	60 ч
Известь 8 % + песок 92 %	41	48	50	52	53	54	56
Известь 8 % + + песок 77 % + доломит 15 %	22	27	30	32	33	34	36

Введение добавки доломита в сырьевую смесь обеспечивает значительное повышение стойкости кирпича против углекислотной коррозии, что может способствовать в первую очередь снижению усадочных деформаций, а также уменьшению высолообразования. Карбонатсодержащие добавки в автоклавных условиях взаимодействуют с гидросиликатами кальция с образованием тех же продуктов реакций, которые могут протекать при коррозионном воздействии углекислого газа в период службы силикатных материалов.

Определение усадочных деформаций силикатного кирпича в процессе принудительной карбонизации в течение 40 ч показало, что карбонизационная усадка силикатного кирпича, изготовленного с добавкой доломита, составила 1,8 мм/м, что в два раза меньше, чем у силикатного кирпича контрольного состава.

Воздействие угольной кислоты на цементный камень и бетоны

Главными факторами, влияющими на степень углекислотного воздействия на цементный камень, являются относительная влажность, температура окружающей среды, состав продуктов гидратации вяжущего в бетоне и пористость последнего. Так, в районах с холодным климатом с внутренней стороны стен отапливаемых зданий карбонизация протекает в 2,5 раза интенсивнее, чем на открытом воздухе. Одной из причин интенсификации процессов карбонизации в районах с холодным климатом является значительное увеличение растворимости углекислого газа в воде при низких температурах, следствием этого является увеличение концентрации угольной кислоты.

При взаимодействии цемента с водой в результате протекающих реакций гидратации образуется 30–35 % гидроксида кальция (портландита), который вместе с этtringитом ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$) формирует первичный кристаллический каркас цементного камня. Свободное поровое пространство этого каркаса постепенно заполняется более тонкодисперсными продуктами гидратации – гидросиликатами, гидроалюминатами и гидроферритами кальция, и эти две составные части обеспечивают формирование прочной структуры цементного камня.

Высокой стойкостью против углекислотной коррозии должны обладать продукты твердения тампонажных бетонных и растворных смесей, используемых для обустройства обсадных колонн, работающих в пластовых водах, содержащих большое количество растворенного углекислого газа. В пластовых условиях достигается высокое давление, поэтому в водах растворено

большое количество углекислого газа, поскольку с увеличением давления возрастает его растворимость [8–10]. Коррозионную стойкость тампонажного материала можно повысить введением в его состав тонкомолотых добавок карбонатных пород. В этом случае уже во время твердения цементного камня образуются карбонатсодержащие гидратные фазы, устойчивые против углекислотной коррозии.

Продукты гидратации, представленные гидросиликатами кальция, в процессе углекислотного воздействия дважды претерпевают перестройку структуры, сначала при взаимодействии гидросиликата кальция с углекислотой, затем перестройку в самих образовавшихся гидросиликатах кальция с переходом в более стабильную форму.

Исследованиями [11] показано, что все соединения цементного камня нестабильны по отношению к углекислоте. Следовательно, все продукты гидратации портландцемента в тяжелых бетонах, строительных растворах, газобетонах, а также продукты взаимодействия известково-песчаных смесей способны реагировать с углекислотой с образованием новых фаз. При взаимодействии свободного гидроксида кальция с углекислотой образуется карбонат кальция CaCO_3 , а при избытке CO_2 – водорастворимый гидрокарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, который в виде водного раствора способен вымываться из цементного камня, тем самым оказывая на него корродирующее воздействие. При значительном количестве свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в составе затвердевшей цементирующей связки возможно образование гидрокарбоната кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – минерала деферрита. Наряду со свободным гидроксидом кальция с углекислотой реагируют продукты гидратации алюминатных фаз клинкера с образованием гидрокарбоалюмината кальция состава $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

Процесс гидратации минералов-силикатов, продолжающийся и в условиях службы бетонов, в целом может быть представлен в виде нескольких этапов, которые зависят от условий гидратации, наличия добавок в составе вяжущего и последующего влияния окружающей среды. Многие химические вещества, введенные в виде добавок, способны взаимодействовать со всеми видами кальциевых солей кремниевых кислот, образуя двойные соли. Соединения такого типа играют значительную роль при формировании фазового состава продуктов гидратации клинкерных минералов.

Для определения скорости и степени карбонизации продуктов гидратации портландцементов различных предприятий также использовался метод принудительной карбонизации гидратированных проб цемента при давлении углекислого газа 0,4 МПа. Определение выполнено для 4 проб цементного камня, полученных при твердении в нормальных условиях в течение 28 сут цементного теста, изготовленного из бездобавочных портландцементов на основе клинкеров четырех цементных заводов: Ангарского, Голухинского, Искитимского и Топкинского. Добавка гипса во всех цементах составила 5 %. Модульные характеристики и расчётный минеральный состав клинкеров приведены в табл. 3.

Кинетика процессов карбонизации гидратированных цемента показана на рис. 1, на котором представлено изменение количества углекислого газа, связанного в процессе карбонизации продуктами гидратации одного грамма

клинкера. Степень карбонизации цементного камня определялась как отношение количества углекислого газа, связанного в процессе карбонизации, к тому количеству CO_2 , которое теоретически может быть связано при полном превращении в CaCO_3 всего способного карбонизироваться гидроксида кальция в составе цементного камня. На начальном этапе процесс карбонизации протекает очень активно, и уже в первые 2,5 ч количество связанного CO_2 составляет от 80 до 150 мг на один грамм клинкера. За 144 ч (6 сут) связывается от 200 до 550 мг $\text{CO}_2/\text{г}$ клинкера. При этом степень карбонизации цементного камня составляет от 55 до 75 %. После карбонизации во всех пробах отсутствует свободный гидроксид кальция.

Таблица 3

Состав клинкеров различных цементных предприятий

№ п/п	Предприятие	n	p	КН	Минеральный состав*, %				
					C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	$\text{CaO}_{\text{своб}}$
1	Ангарский	2,24	1,39	0,87	48,5	23,0	8,0	12,0	0,46
2	Голухинский	2,21	1,25	0,90	57,4	18,0	7,0	13,0	0,50
3	Искитимский	2,05	1,20	0,91	59,3	16,0	7,3	14,2	0,15
4	Топкинский	2,25	1,33	0,92	61,2	14,5	7,4	12,3	0,52

* C_3S – $(3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)$, C_2S – $(2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)$, C_3A – $(3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3)$, C_4AF – $(4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3)$; n – силикатный модуль; p – глинозёмистый модуль; КН – коэффициент насыщения.

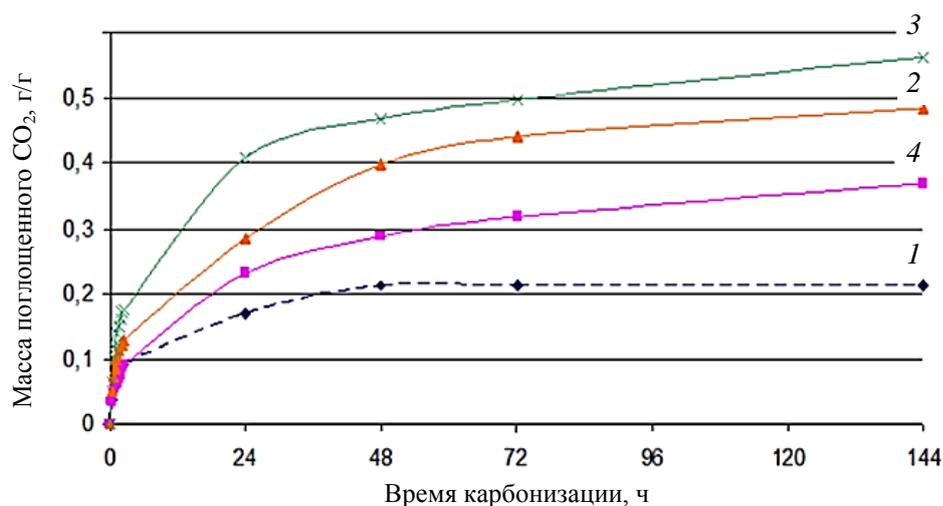


Рис. 1. Кинетика карбонизации гидратированного в нормальных условиях в течение 28 сут цементного камня, изготовленного из цементов заводов: 1 – Ангарский; 2 – Голухинский; 3 – Искитимский; 4 – Топкинский

Анализ данных рис. 1 и табл. 3 показывает, что в большей степени подвергается карбонизации продукты гидратации цемента № 3. Объяснить это можно повышенным, по сравнению с другими цементами, суммарным содержанием минералов-алюминатов ($\text{C}_3\text{A} + \text{C}_4\text{AF} = 21,5\%$). Наименее подверже-

ны карбонизации продукты гидратации цемента № 1, который содержит наименьшее количество минерала $C_3S = 48,5\%$ при общем содержании в нём минералов-силикатов $71,5\%$, в то время как в других цементах они содержатся в пределах $75,3-75,7\%$. Из этого следует, что при гидратации цементов, содержащих повышенное количество минералов-силикатов, образуется большее количество гидроксида кальция, который наиболее активно взаимодействует с CO_2 с образованием более плотного карбоната кальция, что приводит к появлению дополнительного объёма усадочных пор.

Опыт хранения подготовленных растертых проб цементного камня в течение месяца без защиты от воздействия CO_2 воздуха показал, что при этом достигается степень карбонизации $17-20\%$, следовательно, в цементном камне уже через месяц около 20% оксида кальция находится в карбонатсодержащих фазах.

В большинстве литературных источников в качестве продуктов карбонизации гидратированных вяжущих веществ называется только карбонат кальция [19, 22].

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости разработки целого комплекса мер, способных повышать коррозионную стойкость бетонов, изготавливаемых с использованием портландцементов. К таким мерам может быть отнесено применение комплексных модифицирующих добавок, способных повышать стойкость бетона к наиболее распространенным видам коррозии. Такие добавки могут использоваться либо как составная часть коррозионно-стойких композиционных портландцементов, изготавливаемых на основе клинкера рядового минералогического состава, либо вводиться в состав бетонных смесей.

Наибольшую опасность для строительных материалов, изготовленных на основе цемента, представляет совместное действие сульфатной и углекислотной коррозий. Это объясняет возможность образования в таких условиях гидрокарбосульфосиликата кальция $CaH_2SiO_4 \cdot CaCO_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$ – минерала таумасита с плотностью $\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$. Опубликовано значительное количество работ, в которых приводятся данные об образовании таумасита в бетонных изделиях, подвергшихся действию влаги и низких температур [5, 20, 21]. Однако таумаситообразование в различных видах бетонов и растворов имеет место значительно чаще, в том числе и при службе бетонов в естественных климатических условиях. Его образование может иметь место при действии углекислого газа воздуха на бетоны, изготовленные на основе портландцемента, содержащего добавку двуводного гипса, введенную в качестве замедлителя схватывания. Определение количества гипса и этtringита в составе затвердевшего цемента показало, что в этих фазах находится менее половины всего SO_3 , содержащегося в цементе [15, 16]. Остальная его часть находится в составе гидросиликатной фазы. Кроме того, было установлено, что гидросиликаты кальция, даже в затвердевшем состоянии, могут связывать значительное количество сульфатов. Такие продукты гидратации цемента могут служить базой для таумаситообразования при действии на них углекислого газа из воздушной среды. Появление скоплений таумасита наблюдалось авторами [23, 24] в железобетонных пропаренных плитах, хранившихся

в осенне-зимний период на закрытом неотапливаемом складе готовой продукции завода в течение 4–6 месяцев.

С целью предупреждения таумаситообразования в бетонных конструкциях, изготавливаемых на основе портландцемента, необходимо рассмотреть вопрос замены добавки гипса, вводимой в портландцемент в качестве замедлителя схватывания, на другие виды замедлителей.

Использование объёмных фазовых характеристик при контроле за формированием структуры цементного камня

При самопроизвольном протекании процессов гидратации и твердения цемента происходит трансформация коагуляционной структуры цементного теста в высокоорганизованную структуру цементного камня. В исходном состоянии система «цемент – вода» состоит из трёх фаз – твёрдой, жидкой и газообразной, причём жидкая и газообразная фазы образуют поровое пространство, которое непрерывно заполняется гелевидными продуктами гидратации. При выяснении причин контракционной усадки необходимо использовать объёмные характеристики фазового состава системы «цемент – вода». Так, образцы цементного теста, изготовленные при водоцементном отношении $V/C = 0,3$, имеют абсолютную влажность, равную 30 %, а относительная влажность равна 23 %. Следовательно, на основе этих данных мы можем себе представить, что система в массовом выражении содержит 77 % цемента и 23 % воды. Если выразить состав цементного теста в объёмных процентах, то объёмное содержание цемента составляет 50 %, воды – 44,7 %, газовой фазы – 5,3 %. Последнее даёт нам более наглядное представление о фазовом составе системы «цемент – вода» [19, 25].

При исследовании изменения фазового состава использовался цемент марки М 400 Д20 Топкинского цементного завода (Кемеровская обл.). Образцы размером $25 \times 25 \times 25$ мм изготавливались методом двухстороннего прессования при критических давлениях (водонасыщенное состояние) предварительно увлажнённого цемента. После извлечения образцов из пресс-формы определялась их плотность во влажном состоянии. Твердение образцов проводили в воздушно-влажных условиях при температуре 22 °С. Плотность слоя сухого цемента в образце ρ_T рассчитывалась по формуле

$$\rho_T = \rho_{ВЛ} / (1 + W),$$

где W – абсолютная влажность образца, или водоцементное отношение (V/C), отн. ед.

Объёмное содержание фаз в исходных образцах определялось по формулам:

$$K_{T1} = \rho_T / \rho_{и}; \quad K_{ж1} = W \cdot \rho_T / \rho_{ж}; \quad K_{г1} = 1 - (K_{T1} + K_{ж1}),$$

где K_{T1} , $K_{ж1}$, $K_{г1}$ – объёмное содержание твёрдой, жидкой и газовой фаз, отн. ед.; $\rho_{и}$ – истинная плотность цемента, $\rho_{и} = 3010 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{ж}$ – плотность воды, $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Фазовый состав образцов в исходном состоянии представлен в табл. 4, а изменение фазового состава после 28 сут твердения и характеристики процесса перестройки структуры представлены в табл. 5.

Таблица 4

Фазовый состав исходных образцов

В/Ц, отн. ед.	$\rho_{вл}$, кг/м ³	$\rho_{т}$, кг/м ³	$K_{Т1}$, отн. ед.	$K_{Ж1}$, отн. ед.	$K_{Г1}$, отн. ед.
0,300	1937	1490	0,50	0,447	0,053
0,269	2080	1639	0,55	0,440	0,010
0,221	2183	1788	0,60	0,395	0,005
0,181	2287	1937	0,65	0,35	–
0,144	2386	2086	0,70	0,30	–

Таблица 5

Характеристики перестройки структуры образцов

$K_{Т1}$, отн. ед.	$K_{Т2}$, отн. ед.	n	α_n , отн. ед.	α_r , отн. ед.	N , отн. ед.	$R_{сж}$, МПа
0,50	0,835	5,06	0,802	0,670	0,67	15,9
0,55	0,865	5,24	0,809	0,573	0,70	28,6
0,60	0,872	4,54	0,779	0,453	0,68	41,4
0,65	0,888	4,27	0,765	0,366	0,68	54,1
0,70	0,910	4,33	0,769	0,300	0,70	66,8

Примечание. $K_{Т2}$ – объёмная доля твёрдой фазы в конечном состоянии (28 сут); n – интенсивность перестройки структуры, $n = K_{Т2}/(1 - K_{Т2}) : K_{Т1}/(1 - K_{Т1})$; α_n – степень перестройки структуры, $\alpha_n = (n - 1)/n$; α_r – степень гидратации цемента, $\alpha_r = (K_{Т2} - K_{Т1})/(K_{Т1})$; N – степень заполнения свободного порового пространства, $N = (K_{Т2} - K_{Т1})/(1 - K_{Т1})$.

Свободное поровое пространство, образованное жидкой и газовой фазами, при взаимодействии цемента с водой заполняется первичными коллоидными продуктами гидратации с плотностью 1,5–1,6 г/см³ [18] до полного связывания воды затворения и перевода её в адсорбированное состояние. Это заполнение происходит с момента контакта цемента с водой и продолжается до конца первого индукционного периода, до достижения стеснённого состояния и появления внутреннего избыточного давления в системе. Можно также сказать, что система достигает порога перколяции, при котором для дальнейшего протекания процессов в системе «цемент – вода» должны произойти физико-химические процессы геометрической трансформации всего массива коллоидных частиц в кристаллическое состояние. Этот процесс начинается с перекристаллизации аморфного гидроксида кальция Са(ОН)₂ с плотностью $\rho = 2,08$ г/см³ в кристаллический портландит с плотностью $\rho = 2,23$ –2,24 г/см³. Одновременно происходит образование и кристаллизация этtringита с плотностью $\rho = 1,78$ г/см³ и тоберморита ($\rho = 2,42$ г/см³) [17]. Процесс кристаллизации сопровождается выделением тепла в течение 23–24 ч [26]. В процессе перехода аморфных продуктов в более плотное, кристаллическое состояние в системе вновь появляется свободный объём и свободная вода, которая начинает взаимодействовать с негидратированной частью частиц цемента с образованием новой порции гидратированных продуктов, заполняющих образовавшееся свободное поровое пространство. Этот процесс, сопровождающийся

поглощением тепла, заканчивается во втором индукционном периоде примерно через 48 ч, затем образовавшиеся коллоидные продукты гидратации вновь переходят при перекристаллизации в более плотное состояние. Такие циклы диспергирования частиц цемента, накопления первичных продуктов в коллоидном состоянии, их перекристаллизации с появлением свободного порового пространства и свободной воды, вновь продолжения диспергирования негидратированной части зёрен цемента, перекристаллизации образовавшихся коллоидных продуктов повторяются с определённой периодичностью с затухающей интенсивностью на всей протяжённости протекания процессов гидратации, твердения и формирования физической структуры цементного камня. Прочность цементного камня (табл. 5) находится в линейной зависимости от объёмной концентрации твёрдой фазы в исходном состоянии, её можно определить по формуле $R_{сж} = (aK_{т1} - b)$ МПа, где a и b – коэффициенты; для образцов в 28-суточном возрасте они равны: $a = 254,8$; $b = 111,5$.

На основе вышеизложенного можно утверждать, что основной причиной усадки цементного теста при его превращении в цементный камень является периодичность развития процессов образования первичных коллоидных и даже нанодисперсных первичных продуктов гидратации и перекристаллизации их в кристаллическое, более плотное состояние. Величина контракционной усадки в системе «цемент – вода» предопределяется соотношением цемента и воды в исходной системе. Чем больше система будет содержать воды, тем более полно будут протекать процессы гидратации цемента и интенсивнее происходить перестройка структуры (табл. 5). Анализ данных этой таблицы показывает, что с повышением объёмной концентрации твёрдой фазы и снижением количества жидкой фазы в образцах исходного состояния интенсивность перестройки структуры через 28 сут уменьшается по причине образования более плотной структуры. Это сказывается на величине степени гидратации цемента и при $K_{т1} = 0,7$, $\alpha_r = 0,3$ (30 %). Характерно, что при различной величине исходного порового пространства $\Pi_1 = (1 - K_{т1})$ степень его заполнения через 28 сут твердения оказывается практически одинаковой – $N = 0,67-0,70$, однако если определить долю заполненного исходного порового пространства при этих значениях величины N , то оказывается, что при $\Pi_1 = (1 - K_{т1}) = 0,5$ заполняется $\Pi_1 \cdot N = 0,5 \cdot 0,67 = 0,335$ (33,5 %), при $\Pi_1 = 0,45$ заполняется 31,5 % исходного порового пространства, при $\Pi_1 = 0,40$ – 27,2 %, при $\Pi_1 = 0,35$ – 23,8 %, при $\Pi_1 = 0,3$ – 21,0 %. Если вычесть из начального объёма пор долю пор, заполненных продуктами гидратации, то полученная величина будет равной объёму пор в конечном состоянии: $\Pi_1 - (\Pi_1 \cdot N) = (1 - K_{т2}) = \Pi_2$. На основе этих данных можно сделать вывод, что поровое пространство цементного камня к 28 сут заполняется на 67–70 % независимо от его исходной величины в цементном тесте. Таким образом, основной причиной контракционного сокращения объёма является наличие незаполненного продуктами гидратации исходного порового пространства при значениях $\Pi_1 > 0,4-0,5$ в цементном камне после 28 сут твердения. При значениях $\Pi_1 < 0,4$ усадка образцов не наблюдается. Частично контракционную усадку можно снизить введением в цемент добавок доломита, который участвует в реакциях гидратации на ранней стадии и способствует более полному заполнению свободного порового пространства. В этом случае при

взаимодействии доломита с аморфным гидроксидом кальция в составе цементного теста протекает обменная реакция по схеме $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{CaCO}_3$, при которой образуются практически нерастворимые гидроксид магния и два моля карбоната кальция в тонкодисперсном состоянии. Их образование в массиве сначала цементного теста, а затем цементного камня способствует более полному заполнению свободного порового пространства за счёт коагуляции микропор.

В работе [11] также показано, что карбонатные добавки кальция и магния активно участвуют в процессах гидратации цемента. Уменьшение объёма твердеющей системы в значительной степени распределяется по всему цементному камню в виде пор и капилляров. Цементный камень, полученный при гидратации цемента с карбонатной добавкой (10 %), связывает меньшее количество углекислоты в процессе карбонизации и характеризуется пониженной карбонизационной усадкой. Уменьшение объёма при гидратации цемента с добавкой происходит более активно на начальных стадиях твердения, когда система сохраняет определенную подвижность. Со временем скорость реакции гидратации цемента снижается, а угольная кислота активно взаимодействует с гидратными фазами. На поверхности частиц цемента протекают совмещенные процессы продолжающейся гидратации и карбонизации возникших новообразований. Таким образом, можно считать, что карбонизационная усадка имеет химическую природу, является разновидностью контракционной усадки. Так же как и контракционная усадка, карбонизационная усадка является необратимой. Если причиной контракционной усадки является протекание периодических физико-химических процессов трансформации первичных коллоидных продуктов гидратации в более плотное состояние, то природой карбонизационной усадки является химическое взаимодействие продуктов гидратации с углекислотой. При протекании реакции $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ происходит превращение порландита $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с плотностью $\rho = 2,23\text{--}2,24 \text{ г/см}^3$ в карбонат кальция с плотностью $\rho = 2,71\text{--}2,82 \text{ г/см}^3$, в результате чего плотность материала увеличивается на 21,5–25,9 %, что сопровождается уменьшением объёма твёрдой фазы и усадкой. При действии избыточного количества агрессивной углекислоты протекает реакция образования растворимого гидрокарбоната кальция $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, который принимает участие в карбонизации гидросиликатов и гидроалюминатов кальция и образовании гидросиликоалюминатов кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (1\text{--}3)\text{CaSiO}_3 \cdot (12\text{--}31)\text{H}_2\text{O}$ и гидрокарбоалюминатов кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (1\text{--}3)\text{CaCO}_3 \cdot (12\text{--}31)\text{H}_2\text{O}$. Определение полной величины карбонизационной усадки строительных материалов, изготавливаемых на основе минеральных вяжущих веществ, показало, что она значительно превышает влажностную усадку и приводит к возрастанию общей величины усадочных деформаций строительных материалов в процессе их службы. Для цементного камня с усадкой при высыхании, равной 0,25 мм/м, карбонизационная усадка составляет 2,3 мм/м, для автоклавного газобетона с усадкой при высыхании, равной 0,75 мм/м, карбонизационная усадка составляет 2,8 мм/м. Для силикатного кирпича с усадкой при высыхании, равной 0,4 мм/м, карбонизационная усадка составляет 3,2 мм/м. В различных условиях службы строительных объектов процесс карбонизации завершается через 12–17 лет.

Заключение

На основе проведённых исследований причин контракционной и карбонизационной усадки на примере силикатного кирпича и цементного камня установлено, что основной причиной контракционной усадки является уменьшение плотности продуктов взаимодействия твёрдой и жидкой фаз в процессе гидратации и увеличение объёма этих продуктов. Причиной карбонизационной усадки является превращение гидроксида в карбонат кальция в затвердевших продуктах гидратации. На примере цементного камня показано, что более достоверные и наглядные результаты можно получить при использовании объёмного фазового состава исследуемых материалов. Протекание физико-химических процессов при углекислотной коррозии цементного камня и бетона сопровождается химическим взаимодействием CO_2 с первичными продуктами гидратации – портландитом, этtringитом, гидросиликатами и гидроалюминатами кальция, приводящим к образованию продуктов с более высокой плотностью, к уменьшению объёма твёрдой фазы и усадке. Поэтому необходимо учитывать негативное действие коррозионных процессов, протекающих под действием углекислого газа в воздушной среде, тем более что содержание его в атмосфере постоянно увеличивается. Можно утверждать, что карбонизационная усадка имеет химическую природу, являясь разновидностью контракционной усадки. На примере цементного камня и силикатного кирпича показано, что карбонизационная усадка превышает влажностную усадку.

Особенность углекислотной коррозии состоит в том, что ее трудно предотвратить, поэтому необходимо создать такие условия при получении и службе материалов, при которых углекислотная коррозия в большей степени протекает в начальные периоды твердения, пока структура получаемого материала сохраняет некоторую подвижность. К мерам, способным повысить стойкость строительных материалов к углекислотной коррозии в процессе их службы, может быть отнесено использование комплексных модифицирующих добавок. Такие добавки, например доломит и известняк, можно использовать как составную часть коррозионно-стойких композиционных портландцементов, изготавливаемых на основе клинкеров рядового минералогического состава, либо вводить в состав бетонных смесей с целью повышения коррозионной стойкости бетонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М. : Стройиздат, 1980. 536 с.
2. Rao N.V., Meena T. A review on carbonation cement carbon dioxide // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. V. 263. I. 3. № 032011.
3. Yin S.-H., Yang Y.-F., Zhang T.-S. Guo G.-F., Yu F. Effekt of carbonic acid water on the degradation of Portland cement paste: Corrosion process and kinetics // Construction and Building Materials. 2015. V. 91. P. 39-46.
4. Savija B., Lukovic M. Carbonation of cement paste: Understanding, challeges, and opportunities // Construction and Building Materials. 2016. V. 117. P. 285–301.
5. Федосов С.В., Базанов С.М. Сульфатная коррозия бетона. М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2003. 168 с.
6. Gilmutdinov T.Z., Fedorov P.A., Latypov V.M., Lutsyk E.V., Latypova T.V. Carbonation of concrete taking into account the cracks in the protective concrete layer // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. V. 12. I. 15. P. 4406–4413.

7. Gu T., Guo X., Li Z., Cheng X., Fan X., Korayem A. Duan W.H. Coupled effect of CO₂ attack and tensile stress on well cement under CO₂ storage conditions // Construction and Building Materials. 2017. V. 130. P. 92–102.
8. Булатов А.И., Данюшевский В.С. Тампонажные материалы. М. : Недра, 1987. 280 с.
9. Alsaiani H.A., Aramco S., Sayed M., Reddy B.R., Metouri S., Al-Taie I. The importance of stability of cement sheaths: Interaction between cement, acid, carbon steel and formation and treatment fluids // Society of Petroleum Engineers. SPE Abu-Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. 2017. V. 2017.
10. Elgalhud A.A., Dhir R.K., Ghataora G.S. Carbonation resistance of concrete: Limestone addition effect // Magazine of Concrete Research. 2017. V. 69. I. 2. P. 84–106.
11. Бабушкин В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. М. : Стройиздат, 1968. 186 с.
12. Gawel R., Todorovic J., Liebscher A., Wiese B., Opedal N. Study of Materials Retrieved from CO₂ Monitoring Well // Conference Paper. Energy Procedia. 2017. V. 114. P. 5799–5815.
13. Olsen R., Leirvik K.N., Kvamme B., Kuznetsova N. // Journal of Physical Chemistry. 2016. V. 120. I. 51. P. 29264–29271.
14. Вольф А.В., Божок Е.В., Козлова В.К. О необходимости повышения требований к показателям, характеризующим долговечность силикатного кирпича // Стройсиб 2016 : сб. научных трудов. Новосибирск, 2016. С. 37–41.
15. Тейлор Х. Химия цемента. М. : Мир, 1996. 560 с.
16. Beck J., Feng R., Hall D.M., Buyuksagis A., Ziomek-Moroz M., Lvov S.N. Effects of H₂S and CO₂ on cement/casing interface corrosion integrity for cold climate oil and gas well applications // ECS Transactions. 2016. V. 72. I. 17. P. 107–122.
17. Фекличев В.Г. Диагностические спектры минералов. М. : Недра, 1977. 228 с.
18. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф. Свойства дисперсных продуктов гидратации цемента // Шестой Международный конгресс по химии цемента. М. : Стройиздат, 1976. Т. 2. Кн. 1. С. 90–94.
19. Patel V.N., Shah N. Durability study of binary blendet high performance concrete // Indian Concrete Journal. 2016. V. 90. I. 10. P. 24–31.
20. Козлова В.К., Карпова Ю.В. О составе продуктов гидротермального синтеза и их устойчивости при действии углекислого газа // Резервы производства строительных материалов : материалы Международной научно-технической конференции. Ч. 1. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 1997. С. 37.
21. Невиль А.М. Свойства бетона. М. : Изд-во литературы по строительству, 1972. 343 с.
22. Aguirre-Guerrero A.M., Mejia-De-Gutierrez R., Montes-Correia M.J.R. Corrosion performance of blended concretes exposed to different aggressive environments // Construction and Building Materials. 2016. V. 121. P. 704–716.
23. Саркисов Ю.С., Козлова В.К., Божок Е.В., Малова Е.Ю., Маноха А.М. Влияние карбонатных добавок на усадочные деформации цементного камня // Техника и технология силикатов. 2004. Т. 25. № 1. С. 7–11.
24. Pan H., Yang Z., Xu F. Studi on concrete structures durability considering the interaction of multi-factors // Construction and Building Materials. 2016. V. 118. P. 256–261.
25. Лотов В.А. Изменение фазового состава системы цемент-вода при гидратации и твердении // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 3. С. 42–45.
26. Лотов В.А. О взаимодействии частиц цемента с водой или вариант механизма процессов гидратации и твердения цемента // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 1. С. 99–110.

REFERENCES

1. Moskvina V.M., Ivanov F.M., Alekseev S.N., Guzeev Ye.A. Korroziya betona i zhelezobetona, metody ikh zashchity [Concrete and reinforced concrete corrosion and protection methods]. Moscow: Stroyizdat, 1980. 536 p. (rus)
2. Rao N.V., Meena T. A review on carbonation cement carbon dioxide. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. V. 263. No. 3. P. 032011.

3. Yin S.-H., Yang Y.-F., Zhang T.-S. Guo G.-F., Yu F. Effect of carbonic acid water on the degradation of Portland cement paste: Corrosion process and kinetics. *Construction and Building Materials*. 2015. V. 91. Pp. 39–46.
4. Šavija B., Luković M. Carbonation of cement paste: Understanding, challenges, and opportunities. *Construction and Building Materials*. 2016. V. 117. Pp. 285–301.
5. Fedosov S.V., Bazanov S.M. Sulfatnaya korrozija betona [Sulfate corrosion of concrete]. Moscow: ASV, 2003. 168 p. (rus)
6. Gilmutdinov T.Z., Fedorov P.A., Latypov V.M., Lutsyk E.V., Latypova T.V. Carbonation of concrete taking into account the cracks in the protective concrete layer. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. V. 12. No. 15. Pp. 4406–4413.
7. Gu T., Guo X., Li Z., Cheng X., Fan X., Korayem A., Duan W.H. Coupled effect of CO₂ attack and tensile stress on well cement under CO₂ storage conditions. *Construction and Building Materials*. 2017. V. 130. Pp. 92–102.
8. Bulatov A.I., Danyushevskiy V.S. Tamponazhnyye materialy [Plugging materials]. Moscow: Nedra, 1987. 280 p. (rus)
9. Alsaiani H.A., Aramco S., Sayed M., Reddy B.R., Metouri S., Al-Taie I. The importance of the stability of cement sheaths: Interaction between cement, acid, carbon steel and formation and treatment fluids. *Society of Petroleum Engineers. SPE Abu-Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference*. 2017. V. 2017.
10. Elgalhud A.A., Dhir R.K., Ghataora G.S. Carbonation resistance of concrete: Limestone addition effect. *Magazine of Concrete Research*. 2017. V. 69. No. 2. Pp. 84–106.
11. Babushkin V.I. Fiziko-khimicheskiye protsessy korrozii betona i zhelezobetona [Physico-chemical processes of concrete and reinforced concrete corrosion]. Moscow: Stroyizdat, 1968. 186 p. (rus)
12. Gawel R., Todorovic J. Liebscher A., Wiese B., Opedal N. Study of materials retrieved from CO₂ monitoring well. *Conference Paper. Energy Procedia*. 2017. V. 114. Pp. 5799–5815.
13. Olsen R., Leirvik K.N., Kvamme B., Kuznetsova N. *Journal of Physical Chemistry*. 2016. V. 120. No. 5. Pp. 29264–29271.
14. Volf A.V., Bozhok Ye.V., Kozlova V.K. O neobkhodimosti povysheniya trebovaniy k pokazatelyam, kharakterizuyushchim dolgovechnost silikatnogo kirpicha [Improving the requirements for durability parameters of calcium silicate brick]. Stroysib 2016: Sbornik nauchnykh trudov [Collected Papers Stroysib 2016]. Novosibirsk, 2016. Pp. 37–41. (rus)
15. Taylor H.F.W. Khimiya tsementa [Cement chemistry]. Moscow: Mir, 1996. 560 p. (transl. from Engl.)
16. Beck J., Feng R., Hall D.M., Buyuksagis A., Ziomek-Moroz M., Lvov S.N. Effects of H₂S and CO₂ on cement/casing interface corrosion integrity for cold climate oil and gas well applications. *ECS Transactions*. 2016. V. 72. No. 17. Pp. 107–122.
17. Feklichev V.G. Diagnosticheskiye spektry mineralov [Diagnostic spectra of minerals]. Moscow: Nedra, 1977. 228 p.
18. Glukhovskii V.D., Runova R.F. Svoistva dispersnykh produktov gidratatsii tsementa [Properties of dispersed cement hydration products]. Shestoi mezhdunarodnyi kongress po khimii tsementa (*Proc. Int. Congr. on Cement Chemistry*). Moscow: Stroiizdat, 1976. V. 2. Book 1. Pp. 90–94. (rus)
19. Patel V.N., Shah N. Durability study of binary blended high performance concrete. *Indian Concrete Journal*. 2016. V. 90. No. 10. Pp. 24–31.
20. Kozlova V.K., Karpova Yu.V. O sostave produktov gidrotermalnogo sinteza i ikh ustoychivosti pri deystvii uglekislogo gaza [Hydrothermal synthesis products and their stability under CO₂ effect]. Rezervy proizvodstva stroitelnykh materialov: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (*Proceedings of international scientific conference 'Construction Materials Production Reserves'*). Barnaul, 1997. P. 37. (rus)
21. Neville A.M. Svoistva betona [Properties of concrete]. Moscow: Publishing house of literature on construction, 1972. 343 p. (transl. from Engl.)
22. Aguirre-Guerrero A.M., Mejia-De-Gutierrez R., Montes-Correia M.J.R. Corrosion performance of blended concretes exposed to different aggressive environments. *Construction and Building Materials*. 2016. V. 121. Pp. 704–716.

23. *Sarkisov Yu.S., Kozlova V.K., Bozhok Ye.V., Malova Ye.Yu., Manokha A.M.* Vliyaniye karbonatnykh dobavok na usadochnyye deformatsii tsementnogo kamnya [Carbonate additives and shrinkage deformations in cement brick]. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2004. V. 25. No. 1. Pp. 7–11. (rus)
24. *Pan H., Yang Z., Xu F.* Study on concrete structures durability considering the interaction of multi-factors. *Construction and Building Materials*. 2016. V. 118. Pp. 256–261.
25. *Lotov V.A.* Izmeneniye fazovogo sostava sistemy tsement-voda pri gidratatsii i tverdenii [Phase composition of cement/water system at hydration and hardening]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*. 2012. V. 321. No. 3. Pp. 42–45. (rus)
26. *Lotov V.A.* O vzaimodeystvii chastits tsementa s vodoy ili variant mekhanizma protsessov gidratatsii i tverdeniya tsementa [Interaction of cement particles with water or cement hydration hardening mechanisms]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2018. V. 329. No. 1. Pp. 99–110. (rus).

Сведения об авторах

Козлова Валентина Кузминична, докт. техн. наук, профессор, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, kozlova36@mail.ru

Лотов Василий Агафонович, докт. техн. наук, профессор, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, valotov@tpu.ru

Саркисов Юрий Сергеевич, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, sarkisov@tsuab.ru

Логвиненко Владимир Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, logvinvv@mail.ru

Рахманова Ирина Анатольевна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ir9039508837@yandex.ru

Божок Евгения Витальевна, аспирант, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, kozlova36@mail.ru

Authors Details

Valentina K. Kozlova, DSc, Professor, Polzunov Altai State Technical University, 46, Lenin Ave., 656038, Barnaul, Russia, kozlova36@mail.ru

Vasilii A. Lotov, DSc, Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia, valotov@tpu.ru

Yurii S. Sarkisov, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, sarkisov@tsuab.ru

Vladimir V. Logvinenko, PhD, A/Professor, Polzunov Altai State Technical University, 46, Lenin Ave., 656038, Barnaul, Russia, logvinvv@mail.ru

Irina A. Rakhmanova, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, ir9039508837@yandex.ru

Evgeniya V. Bozhok, Research Assistant, Polzunov Altai State Technical University, 46, Lenin Ave., 656038, Barnaul, Russia, kozlova36@mail.ru

УДК 691.33

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-195-206

*Р.С. ФЕДЮК, А.В. БАРАНОВ, Д.В. ХРОМЕНОК,
И.Р. ЗЕЛЕНСКИЙ, С.В. КИМ,
Дальневосточный федеральный университет*

УПЛОТНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ В БЕТОНЕ ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО

Целью исследования являлось управление структурообразованием цементного камня с целью повышения его прочностных характеристик. Для этого был оптимизирован состав композиционных вяжущих, содержащих портландцемент ЦЕМ I 42,5Н (58–70 %), активную кремнеземсодержащую добавку (25–37 %), кварцевый песок (2,5–7,5 %) и отходы дробления известняка (2,5–7,5 %), также выявлена оптимальная технология его механохимической активации.

Представлены результаты оптимизации процессов структурообразования разработанного композита за счет использования полиминерального модификатора, измельченного совместно с портландцементом в вариопланетарной мельнице до удельной поверхности 550 м²/кг. Аморфная фаза диоксида кремния в составе модификатора интенсифицирует связывание гидроксида кальция, образующегося в ходе гидратации алита, способствует росту низкоосновных гидросиликатов кальция и уменьшению основности цементного камня, одновременно сокращая количество портландита. Кристаллическая фаза диоксида кремния в форме β-кварца играет роль центров кристаллизации новообразований, уплотняющих микроструктуру цементного камня. Частицы известняка способствуют образованию гидрокарбоалюминатов кальция, а также вместе с тонкомолотым кварцевым песком выступают в роли микрозаполнителя, коагулируя поры цементного камня.

Ключевые слова: цементный камень; композиционное вяжущее; нанодисперсная добавка; зола рисовой шелухи; пуццолановые материалы; механические свойства.

Для цитирования: Федюк Р.С., Баранов А.В., Хроменок Д.В., Зеленский И.Р., Ким С.В. Уплотнение структуры цементного камня в бетоне за счет эффективного использования композиционного вяжущего // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 195–206.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-195-206

*R.S. FEDIUK, A.V. BARANOV, D.V. KHROMENOK,
I.R. ZELENSKIY, S.V. KIM,
Far Eastern Federal University*

CEMENT STONE STRUCTURE COMPACTION WITH COMPOSITE BINDER

The aim of the paper is to improve the strength properties of cement stone via control for structure formation. The composite binder composition includes the type CEM I 42.5N (58–70%) Portland cement, active silica additive (25–37%), quartz sand (2.5–7.5%) and limestone crushed waste (2.5–7.5%). The optimum technology of mechanochemical activation is proposed for the cement stone.

The optimization of the structure formation process is provided by the mineral-mineral modifier, crushed together with Portland cement in a planetary mill to a specific surface of

550 m²/kg. The amorphous phase of silicon dioxide in the composition of the modifier intensifies the calcium hydroxide binding forming during alite hydration. It contributes to the growth in low-basic calcium silicate and lowers the cement stone basicity, while reducing the amount of portlandite. The crystalline phase of β -quartz silicon dioxide plays the role of crystallization centers new formations and the cement stone microstructure compaction. Limestone particles contribute to the formation of calcium hydrocarbonate and act as a microfiller together with fine ground quartz sand clogging the pores in the cement stone.

Keywords: cement stone; composite binder; nanodisperse additive; rice husk ash; pozzolanic materials; mechanical properties.

For citation: Fediuk R.S., Baranov A.V., Khromenok D.V., Zelenskiy I.R., Kim S.V. Uplotnenie struktury tsementnogo kamnya v betone za schet effektivnogo ispol'zovaniya kompozitsionnogo vyazhushchego [Cement stone structure compaction with composite binder]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 195–206. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-195-206

Введение

Эффективные бетоны для защитных сооружений в связи с ростом числа природных (включая глобальное изменение климата) и техногенных (в том числе возросшей международной напряженности и террористических актов) катастроф в настоящее время приобретают особое значение. Для этих бетонов необходим специальный набор характеристик: предел статической прочности при сжатии и растяжении, ударная вязкость (динамическая прочность), трещиностойкость, непроницаемость и удобоукладываемость [1, 2]. Разработка материалов, которые могут обеспечить комплекс этих характеристик на заданном уровне, возможна только с использованием новейших достижений в области материаловедения и управления процессами структурообразования с использованием многокомпонентных систем. В то же время забота о жизни и здоровье человека с точки зрения системы «человек – материал – среда обитания» должна приниматься во внимание даже на стадии проектирования. Снижение потребления клинкерного сырья и энергоемкости производственных материалов, а также переработка промышленных отходов являются важными шагами на этом пути [3–5].

Разработка различных защитных бетонов (радиационно-защитных, термостойких, ударопрочных, непроницаемых, биозащитных и т. д.) была достаточно подробно проведена и изучена ранее [6–11]. В предыдущих исследованиях были разработаны теоретические основы создания композиционных вяжущих (КВ) с использованием различных пуццолановых добавок, а также кремнеземсодержащих компонентов [11–14]. Однако вопрос использования новых типов сверхтонких минеральных добавок, а также принципов их совместимости для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик КВ недостаточно изучен. Необходимо разработать композиты нового поколения, которые характеризуются особым набором требуемых высоких показателей физико-механических свойств, одним из способов достижения которых является создание высокоплотной микроструктуры цементного камня.

Кроме того, при проектировании композитов необходимо стремиться к их экономической и экологической эффективности. Это может быть достиг-

нито путем применения отходов производства (техногенного сырья) и местных материалов. Большие перспективы в этом направлении открывает применение в качестве кремнеземсодержащего компонента отходов растениеводства, в частности, термически обработанной рисовой шелухи [15, 16]. Также в ряде работ отмечается возможность управления структурообразованием цементного камня за счет применения отходов камнедробления карбонатных и кварцевых пород [17, 18].

Таким образом, в статье выдвигается рабочая гипотеза о возможности создания высокопрочного цементного композита путем управления процессами структурообразования в результате использования полиминеральных систем отходов производства и местных материалов Приморского края.

Цель исследования: управление структурообразованием цементного камня с целью повышения его прочностных характеристик.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- изучить состав, структуру и качественные характеристики исходных материалов;
- обосновать возможности использования полиминерального модификатора в качестве компонента связующих систем;
- разработать композиционные вяжущие на основе портландцемента и полиминеральной добавки; подобрать оптимальный состав и параметры изготовления КВ с учетом обеспечения повышенных физико-механических свойств;
- определить экспериментально физико-механические свойства образцов цементного камня на разработанных композиционных вяжущих.

Материалы и методы исследования

Учитывая тот факт, что Приморский край, как и другие регионы РФ, имеет посевные площади риса, была рассмотрена технология производства аморфной кремнеземсодержащей добавки (АКД) в вяжущее, которая включает термическую обработку рисовой шелухи (с агропредприятий, расположенных на юге Дальнего Востока) в муфельной печи при температуре 800–900 °С в течение 2 ч. Выбор этой технологии обусловлен получением как аморфной, так и кристаллической фаз АКД. Образец состоит из частиц размером до 100 мкм, поверхность которых повторяет рельеф плодовой оболочки (рис. 1).

В табл. 1 представлен химический состав рисовой шелухи и порошка АКД (с содержанием оксида кремния почти 95 %).

Кристаллическая фаза диоксида кремния в форме β-кварца, который будет играть роль центров кристаллизации новообразований и повышать непроницаемость твердеющего композита (рис. 2).

Аморфная фаза диоксида кремния будет связывать $\text{Ca}(\text{OH})_2$, выделяющийся при гидратации алита, в гидросиликаты второй генерации.

Помимо АКД и портландцемента ЦЕМ I 42,5Н, в состав КВ были включены отходы дробления известняка (ОДИ) и кварцевый песок (КП) (табл. 2).

Исследования по измельчению композиционного вяжущего проводили на различных типах помольных агрегатов (лабораторная шаровая мельница ШЛМ-1, измельчитель лабораторный вибрационный ИВ-4 и вариопланетар-

ная мельница Pulverisette-4). Установлено, что только измельчение в вариопланетарной мельнице позволяет достичь необходимой тонкости помола ($550 \text{ м}^2/\text{кг}$). Измельчение проводили в течение 70 мин, осуществляя контрольные измерения поверхности измельчаемого материала каждые 10 мин.

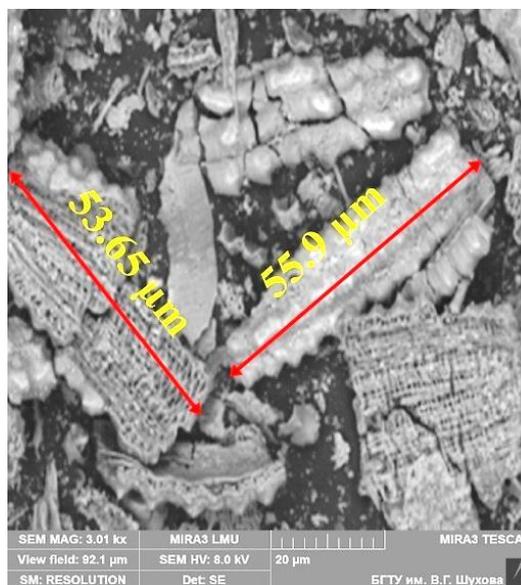


Рис. 1. Микроструктура активной кремнеземсодержащей добавки

Таблица 1

Химический состав рисовой шелухи и АКД на ее основе, %

Материал	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п. п. п.
Шелуха	0,61	15,64	0,24	0,12	0,45	0,18	0,48	0,28	82,1
АКД	0,56	94,58	0,22	0,11	0,23	0,05	0,27	0,26	3,72

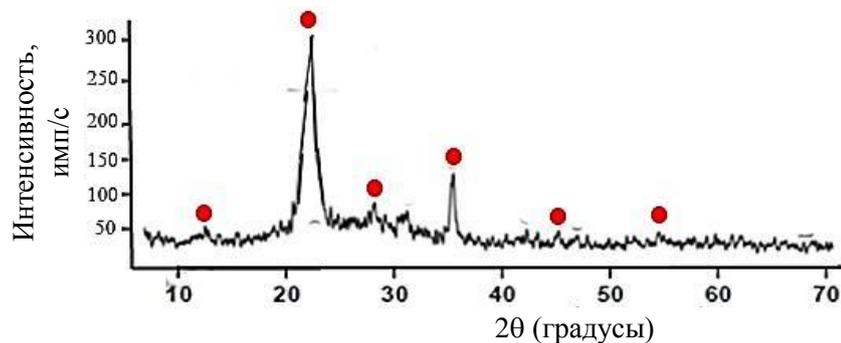


Рис. 2. Рентгенограмма активной кремнеземсодержащей добавки (отмечены пики, соответствующие β-кварцу)

Таблица 2

Химический состав портландцемента, ОДИ и КП, %

Сырье	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	п. п. п.
ЦЕМ I 42,5 Н	68,2	20,9	6,00	3,51	1,41	2,32	0,21	0,64	–	1,54
ОДИ	44,2	7,49	3,33	0,24	2,57	–	–	–	0,24	38,7
КП	0,01	99,4	0,25	0,12	–	–	–	0,03	0,07	–

Также помол КВ в вариопланетарной мельнице способствует образованию электроакцепторных центров в частицах, что, очевидно, будет положительно сказываться на нормальной густоте цементного теста.

В исследовании, на основе обзора литературы, была разработана широкая номенклатура составов КВ (табл. 3).

Таблица 3

Разработанные составы композиционного вяжущего

№ состава	Состав КВ, %				Водо- вяжущее отношение	Нормальная густота, %
	ЦЕМ I	КП	ОДИ	АКД		
ЦЕМ I	100	–	–	–	0,4	25,9
КВ1-1	61	3,5	3,5	32	0,4	26,3
КВ1-2	62	3,5	3,5	31	0,4	25,6
КВ1-3	63	3,5	3,5	30	0,4	26,3
КВ2-1	57,5	5,25	5,25	32	0,4	24,7
КВ2-2	58,5	5,25	5,25	31	0,4	24,5
КВ2-3	59,5	5,25	5,25	30	0,4	24,8
КВ3-1	54	7	7	32	0,4	25,0
КВ3-2	55	7	7	31	0,4	26,1
КВ3-3	56	7	7	30	0,4	25,6

Нормальная густота цементного теста (КВ) определялась на ротационном вискозиметре RheoStress 600 (Haake Technik GmbH). Исследование реологических параметров смесей с использованием вискозиметра проводилось через 5 мин после перемешивания.

Обсуждение полученных результатов

На рис. 3 приведены полученные значения предела прочности на сжатие цементного камня в возрасте 28 сут для разработанных составов КВ.

Выявлено, что наилучшие прочностные характеристики были показаны составом КВ 2-2 (71,21 МПа), что на 62,25 % выше, чем у контрольного состава (ЦЕМ I).

Это также подтверждается сравнением результатов дифференциального термического анализа цементного камня без добавок и цементного камня КВ 2-2 (рис. 4).

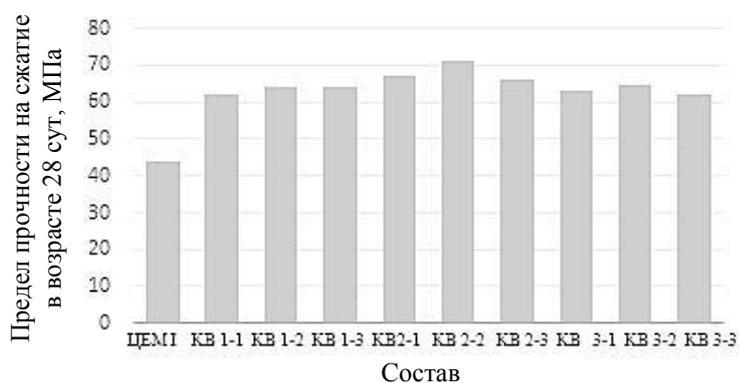


Рис. 3. Предел прочности на сжатие в возрасте 28 сут для разработанных составов

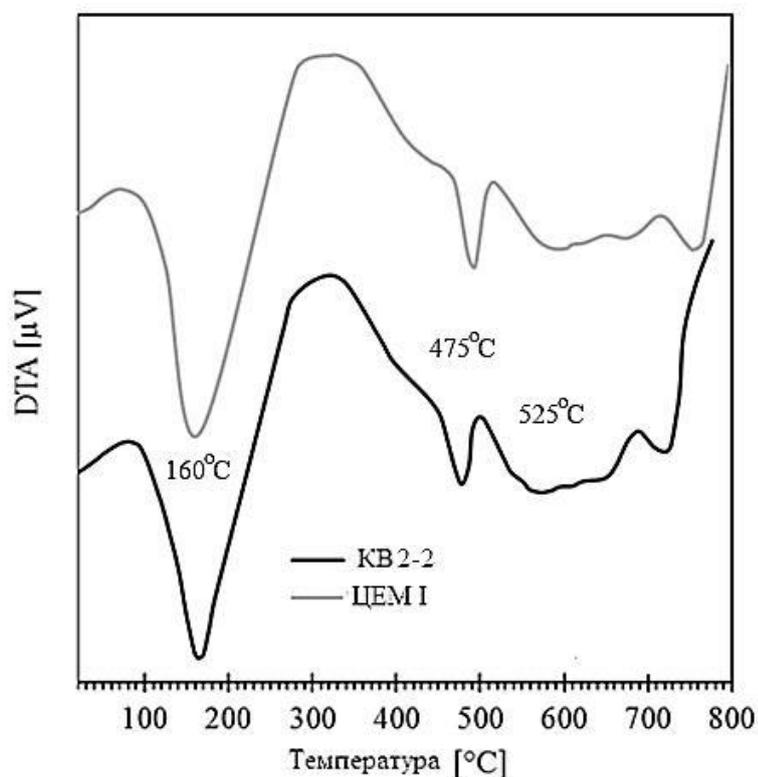


Рис. 4. Результаты ДТА цементного камня в возрасте 28 сут (оптимальный состав KB 2-2 и контрольный ЦЕМ I)

В частности, уменьшение площади эндотермического эффекта (при температуре около 160 °С) цементного камня KB 2-2 показывает снижение содержания гелеобразных новообразований в результате их перехода в кристаллическое состояние. С другой стороны, рост площади пика на термограмме контрольного образца ЦЕМ I показывает большее содержание портландита

в его составе. Эндотермический эффект при температуре 475 °С соответствует дегидратации гидроксида кальция. Последний эндотермический эффект (525–650 °С), вероятно, связан с диссоциацией CaCO_3 .

Высокие прочностные свойства разработанного композита КВ 2-2 обеспечиваются тем, что, в отличие от контрольного цементного камня (рис. 5, а, в), цементно-композиционный камень имеет структуру с пониженным содержанием пустот и микротрещин, при этом хорошо видны системы игольчатых и пластинчатых новообразований, которые заполняют изометрические и анизометрические поры (рис. 5, б, г). Это приводит к образованию жесткой матрицы с пониженной пористостью и, соответственно, к упрочнению цементного камня.

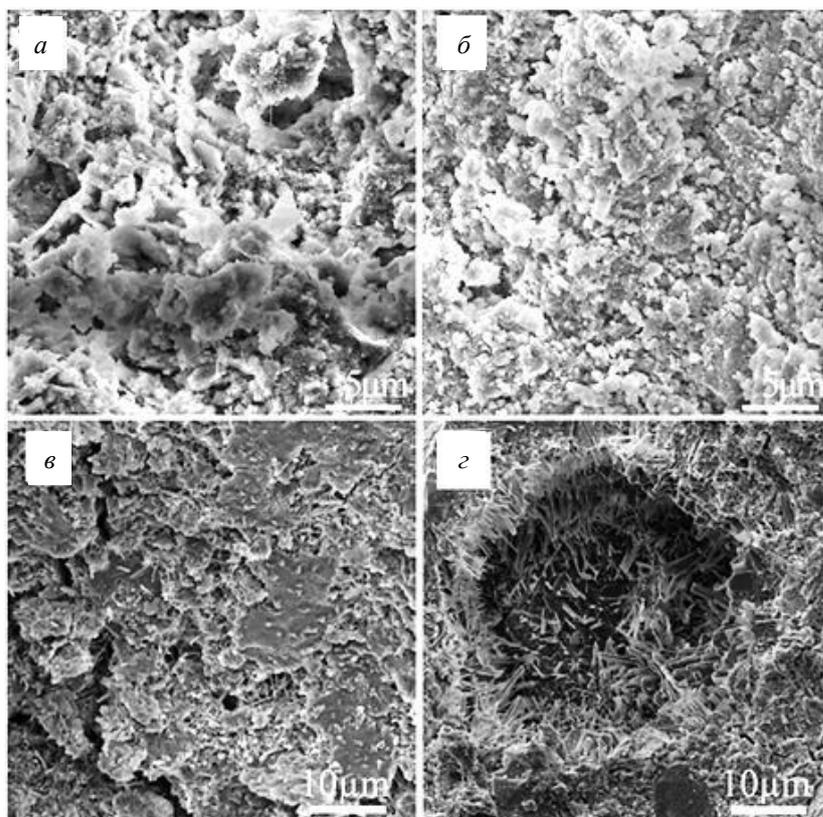


Рис. 5. Микроструктура цементного камня в возрасте 28 сут: оптимальный состав КВ 2-2 (б, г) и контрольный ЦЕМ I (а, в)

Это также подтверждается составом новообразований: для КВ 2-2 (рис. б) отмечается пониженная интенсивность пиков, соответствующих минералам клинкера: алита с $d/n = 3,04; 2,97; 2,78; 2,74; 2,75; 2,61; 2,18; 1,77 \text{ \AA}$ и белита с $d/n = 2,89; 2,67; 2,72; 2,76; 2,75; 2,78; 1,77 \text{ \AA}$, что свидетельствует об интенсификации процессов гидратации при использовании КВ. Кроме того, композиционное вяжущее способствует снижению интенсивности пиков портландита с $d/n = 4,93; 2,63; 1,93 \text{ \AA}$.

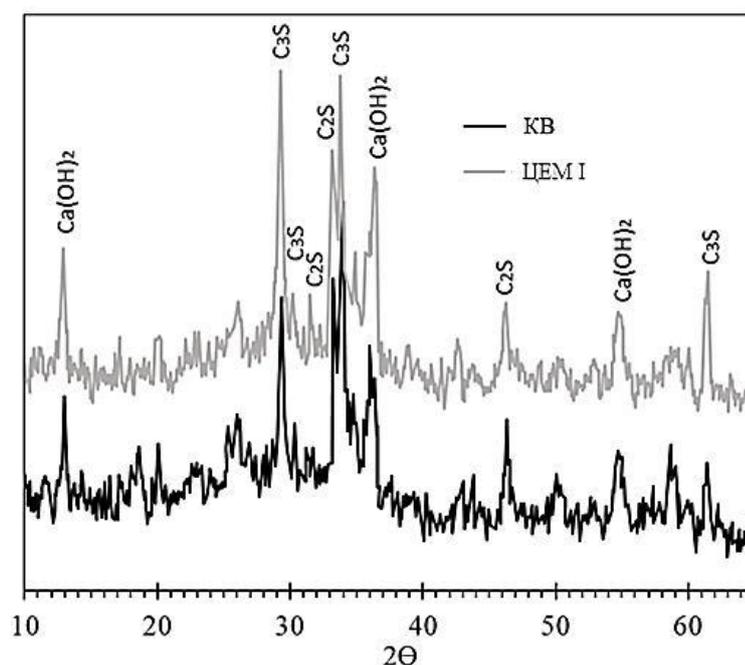


Рис. 6. Результаты РФА цементного камня в возрасте 28 сут (оптимальный состав KB 2-2 и контрольный ЦЕМ I)

Таким образом, были разработаны теоретические положения синтеза композиционного вяжущего, заключающиеся в оптимизации процессов структурообразования путем использования полиминерального модификатора вместе с портландцементом, измельченным в вариопланетарной мельнице до удельной поверхности $550 \text{ м}^2/\text{кг}$. Аморфная фаза диоксида кремния в составе модификатора интенсифицирует связывание гидроксида кальция, образующегося в ходе гидратации алита, способствует росту низкоосновных гидросиликатов кальция и уменьшению основности цементного камня, одновременно сокращая количество портландита. Кристаллическая фаза диоксида кремния в форме β -кварца играет роль центров кристаллизации новообразований, уплотняющих микроструктуру цементного камня. Частицы известняка способствуют образованию гидрокарбоалюминатов кальция, а также вместе с тонкомолотым кварцевым песком выступают в роли микронаполнителя, коагулируя поры цементного камня.

Заключение

В результате исследования управления структурообразованием цементного камня с целью повышения его прочностных характеристик выявлено следующее:

1. Установлен характер влияния композиционного вяжущего на структурообразование композита. Аморфная фаза диоксида кремния в составе модификатора интенсифицирует связывание гидроксида кальция, образующегося в ходе гидратации алита, способствует росту низкоосновных гидросиликатов кальция

и уменьшению основности цементного камня, одновременно сокращая количество портландита. Кристаллическая фаза диоксида кремния в форме β -кварца играет роль центров кристаллизации новообразований, уплотняющих микроструктуру цементного камня. Частички известняка способствуют образованию гидрокарбоалюминатов кальция, а также вместе с тонкомолотым кварцевым песком выступают в роли микронаполнителя, кольматируя поры цементного камня.

2. Выявлено, что использование композиционного вяжущего, состоящего из 58,5 % портландцемента, 31 % активной кремнеземсодержащей добавки, 5,25 % кварцевого песка и 5,25 % известняка, совместно измельченного до удельной поверхности $550 \text{ м}^2/\text{кг}$, оптимизирует микроструктуру композита при увеличении его статического предела прочности при сжатии более чем на 60 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S.* Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. № 221 (1). P. 012011.
2. *Lesovik V.S., Urkhanova L.A., Gridchin A.M., Lkhasaranov S.A.* Composite binders on the basis of pearlite raw material of Transbaikalia // Research Journal of Applied Sciences. 2014. № 9 (12). P. 1016–1020.
3. *Чулкова И.Л.* Повышение эффективности строительных композитов с использованием техногенного сырья регулированием процессов структурообразования : автореф. дис. ... докт. техн. наук. 05.23.05. Белгород, 2011. 39 с.
4. *Дамдинжапов Б.Ц., Заяханов М.Е., Лайдабон Ч.С., Балханова Е.Д.* Модификация бетонов с использованием акустического и электромагнитного полей // Технологии бетонов. 2011. № 7–8. С. 65–66.
5. *Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А.* Строительные материалы для войсковой фортификации // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри с международным участием, посвященная 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ : материалы конференции. Секции 1–3. 2017. С. 109–113.
6. *Лесовик В.С., Федюк Р.С.* Теоретические предпосылки создания цементных композитов повышенной непроницаемости // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 1 (47). С. 65–72.
7. *Низина Т.А., Селяев В.П., Балыков А.С., Володин В.В., Коровкин Д.И.* Оптимизация составов многокомпонентных мелкозернистых фибробетонов, модифицированных на различных масштабных уровнях // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2017. Т. 9. № 2. С. 43–65.
8. *Лесовик В.С., Чулкова И.Л.* Влияние составов материалов на формирование структуры строительных композитов // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. № 4 (44). С. 69–79.
9. *Розина В.Е., Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Буянтуев С.Л.* Фибробетон с базальтовым волокном и нанокремнеземом // Современные строительные материалы, технологии и конструкции : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 53–57.
10. *Лесовик В.С., Чулкова И.Л.* Управление структурообразованием строительных композитов // Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. Омск, 2011.
11. *Лукучцова Н.П., Пыкин А.А., Баранова А.А.* Высокопрочный мелкозернистый бетон с мультикомпонентным наноимпрегнатом алюмосиликатного состава // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 9. С. 6–14.
12. *Толстой А.Д., Крымова А.И., Фомина Е.В., Коробков Р.А.* Применение синергетических принципов самоорганизации системы в теории твердения строительных композитов //

- Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 9. С. 24–28.
13. *Ibragimov R.A., Korolev E.V., Deberdeev R.Y., Laksin V.V., Sobolev D.* Energy Parameters of the Binder during Activation in the Vortex Layer Apparatus // *Materials Science Forum*. 2019. № 945. P. 98–103.
 14. *Svintsov A.P., Shambina S.L.* Influence of viscosity of vegetable and mineral oil on deformation properties of concrete and cement-sand mortar // *Construction and Building Materials*. 2018. № 190. P. 964–974.
 15. *Zemnukhova L.A., Panasenko A.E., Artemyanov A.P., Tsoy E.A.* Dependence of porosity of amorphous silicon dioxide prepared from rice straw on plant variety // *BioResources*. 2015. № 10 (2). P. 3713–3723.
 16. *Земнухова Л.А., Панасенко А.Е., Цой Е.А., Федорищева Г.А., Шапкин Н.П., Артемьянов А.П., Майоров В.Ю.* Состав и строение образцов аморфного кремнезема // *Неорганические материалы*. 2014. Т. 50. № 1. С. 82–89.
 17. *Логанина В.И.* Обеспечение качества строительных изделий и конструкций // *Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование*. 2018. № 1 (6). С. 21–25.
 18. *Косач А.Ф., Ращупкина М.А., Кузнецова И.Н., Дарулис М.А.* Влияние ультрадисперсного наполнителя на основе золы гидроудаления на свойства цементного камня // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2019. Т. 21. № 1. С. 150–158.

REFERENCES

1. *Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S.* Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. No. 221(1). Pp. 012011.
2. *Lesovik V.S., Urkhanova L.A., Gridchin A.M., Lkhasaranov S.A.* Composite binders on the basis of pearlite raw material of Transbaikalia. *Research Journal of Applied Sciences*. 2014. No. 9 (12). Pp. 1016–1020.
3. *Chulkova I.L.* Povyshenie jeffektivnosti stroitel'nyh kompozitov s ispol'zovaniem tehnogenogo syr'ja regulirovaniem processov strukturoobrazovaniya [Increasing the effectiveness of building composites using technogenic raw materials by structure formation control. DSc Abstract]. Belgorod, 2011. 39 p. (rus)
4. *Damdinzhapov B.Ts., Zayakhanov M.E., Laydabon Ch. S., Balkhanova E.D.* Modifikatsiya betonov s ispol'zovaniyem akusticheskogo i elektromagnitnogo poley [Concrete modification through acoustic and electromagnetic fields]. *Tehnologii betonov*. 2011. No. 7–8. Pp. 65–66. (rus)
5. *Fediuk R.S., Smoliakov A.K., Timokhin R.A.* Stroitel'nye materialy dlja vojskovoj fortifikatsii [Building materials for military fortification]. In: XVIII Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh, aspirantov i studentov v g. Neryungri, s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 25-letiyu so dnya obrazovaniya Tekhnicheskogo instituta (filiala) SVFU (*Proc. 18th All-Russ. Sci. Conf. of Students and Young Scientists dedicated to the 25th anniversary of NEFU*) 2017. Pp. 109–113. (rus)
6. *Lesovik V.S., Fediuk R.S.* Teoreticheskie predposylki sozdaniya cementnyh kompozitov povyshennoj nepronicayemosti [Theoretical prerequisites for creation of cement composites of increased impermeability]. *Vestnik SibADI*. 2016. No. 1. Pp. 65–72. (rus)
7. *Nizina T.A., Selyaev V.P., Balykov A.S., Volodin, V.V., Korovkin, D.I.* Optimizatsiya sostavov mnogokomponentnykh melkozernistykh fibrobetonov, modifitsirovannykh na razlichnykh masshtabnykh urovnyakh [Optimization of compositions of multicomponent fine-grained fiber-reinforced concrete modified at different scale levels]. *Nanotekhnologii v stroitel'stve: nauchnyy internet-journal*. 2017. V. 9. No. 2. Pp. 43–65. (rus)
8. *Lesovik V.S., Chulkova I.L.* Vliyanie sostavov materialov na formirovanie struktury stroitel'nyh kompozitov [The influence of materials composition on structure formation of building composites]. *Vestnik SibADI*. 2015. No. 4. Pp. 69–79. (rus)
9. *Rozina V.E., Urkhanova L.A., Lhasaranov S.A., Buyantuev S.L.* Fibrobeton s bazal'tovym voloknom i nanokremnezemom [Fiber concrete with basalt fiber and nanosilica]. In: *Sovremen-*

- nye stroitel'nye materialy, tekhnologii i konstruksii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 95-letiyu Groznenskogo gosudarstvennogo neftyanogo tekhnicheskogo universiteta im. akademika M.D. Millionshchikova (*Proc. Int. Sci. Conf. 'Construction: Materials, Technologies and Structures'*). 2015. Pp. 53–57.
10. Lesovik V.S., Chulkova I.L. Upravlenie strukturoobrazovaniem stroitel'nykh kompozitov [Control for structure formation of building composites]. Omsk, 2011. (rus)
 11. Lukutsova N.P., Pykin A.A., Baranova A.A. Vysokoprochnyy melkozernisty beton s multikomponentnym nanoimpregnatom alyumosilikatnogo sostava [High-strength fine-grained concrete with multicomponent nanoimpregnatom of aluminosilicate composition]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2018. No. 9. Pp. 6–14. (rus)
 12. Tolstoy A.D., Krymova A.I., Fomina E.V., Korobkov R.A. Primeneniye sinergeticheskikh printsipov samoorganizatsii sistemy v teorii tverdeniya stroitel'nykh kompozitov [Synergistic principles of system self-organization in the theory of hardening of building composites]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2018. No. 9. Pp. 24–28. (rus)
 13. Ibragimov R.A., Korolev E.V., Deberdeev R.Y., Leksin V.V., Sobolev D. Energy parameters of the binder during activation in the vortex layer apparatus. *Materials Science Forum*. 2019. No. 945. Pp. 98–103.
 14. Svintsov A.P., Shambina S.L. Influence of viscosity of vegetable and mineral oil on deformation properties of concrete and cement-sand mortar. *Construction and Building Materials*. 2018. No. 190. Pp. 964–974.
 15. Zemlukhova L.A., Panasenko A.E., Artemyanov A.P., Tsoy E.A. Dependence of porosity of amorphous silicon dioxide prepared from rice straw on plant variety. *BioResources*. 2015. No. 10 (2). Pp. 3713–3723.
 16. Zemlukhova L.A., Panasenko A.E., Coj E.A., Fedorishheva G.A., Shapkin N.P., Artem'janov A.P., Majorov V.Ju. Sostav i stroenie obrazcov amorfnoho kremnezema [Composition and structure of amorphous silica samples]. *Inorganic Materials*. 2014. V. 50. No. 1. Pp. 82–89. (rus)
 17. Loganina V.I. Obespecheniye kachestva stroitel'nykh izdeliy i konstruksiy [Quality assurance of building products and structures]. *Vestnik PGUAS: stroitel'stvo, nauka i obrazovaniye*. 2018. No. 1 (6). Pp. 21–25.
 18. Kosach A.F., Rashchupkina M.A., Darulis M.A., Gorchakov V.G. Issledovanie vliyaniya ul'tradispersnogo napolnitelya na osnove zoly gidroudaleniya na svoystva tsementnogo kamnya [Cement brick properties modified by ultrafine ash-based additive]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019. V. 21. No. 1. Pp. 150–158.

Сведения об авторах

Федюк Роман Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, roman44@yandex.ru

Баранов Андрей Вячеславович, соискатель, Дальневосточный федеральный университет, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, roman44@yandex.ru

Хроменок Даниил Владиславович, студент, Дальневосточный федеральный университет, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, roman44@yandex.ru

Зеленский Илья Романович, студент, Дальневосточный федеральный университет, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, roman44@yandex.ru

Ким Семен Вячеславович, студент, Дальневосточный федеральный университет, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, roman44@yandex.ru

Authors Details

Roman S. Fediuk, PhD, A/Professor, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanov Str., 690090, Vladivostok, Russia, roman44@yandex.ru

Andrey V. Baranov, Research Assistant, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanov Str., 690090, Vladivostok, Russia, roman44@yandex.ru

Daniil V. Khromenok, Student, 8, Sukhanov Str., 690090, Vladivostok, Russia, roman44@yandex.ru

Ilya R. Zelenskiy, Student, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanov Str., 690090, Vladivostok, Russia, roman44@yandex.ru

Semyon V. Kim, Student, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanov Str., 690090, Vladivostok, Russia, roman44@yandex.ru

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

УДК 625.7/8 – 027.45

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-207-213

Р.П. МОИСЕЕНКО, В.Н. ЕФИМЕНКО,

Томский государственный архитектурно-строительный университет

К ОЦЕНКЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Оценка долговечности эксплуатируемых транспортных сооружений – это стабильно актуальный вопрос для дорожной отрасли Российской Федерации, административные образования которой характеризуются неоднородностью показателей плотности, продолжительности функционирования и, соответственно, состояния имеющейся сети автомобильных дорог. О важности обсуждаемой в статье проблемы свидетельствуют документы последних лет, отражающие стратегические задачи развития регионов РФ и сформулированные в указах Президента России (см., например, Указ от 07.5.2018). Использование математической теории надёжности обусловлено вероятностным характером многочисленных факторов, влияющих на продолжительность эффективной службы элементов дороги. В статье представлены результаты расчёта долговечности автомобильных дорог с применением функций интенсивности отказов, базирующихся на экспоненциальном законе, законе Вейбулла и объединённом законе. Рассмотренные в статье варианты расчёта долговечности, с учётом названных функций, обеспечивают достаточно объективную оценку показателей для автомобильных дорог с нежёстким типом дорожной одежды. Расчёт долговечности транспортного сооружения произведён по несложному алгоритму. Основная трудность в использовании данного алгоритма состоит в необходимости экспериментального определения параметров функции интенсивности отказов, но эта трудность характерна для любого статистического метода. При этом среди факторов воздействия на изменчивость параметров следует выделить географический комплекс, индивидуально характерный для региона исследования. Поэтому в перспективе для определения интенсивности отказов элементов эксплуатируемых автомобильных дорог необходимо создание региональных баз данных, характеризующих техническое состояние автомобильных дорог и их элементов в соответствии с отраслевыми нормативными документами.

Ключевые слова: долговечность; надёжность; автомобильная дорога; интенсивность отказов; экспоненциальный закон; закон Вейбулла; объединённый закон.

Для цитирования: Моисеенко Р.П., Ефименко В.Н. К оценке долговечности автомобильных дорог // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 207–213.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-207-213

R.P. MOISEENKO, V.M. EFIMENKO,
Tomsk State University of Architecture and Building

TOWARDS DURABILITY OF AUTOMOBILE ROADS

Evaluation of the durability of the road is a consistently relevant industry problem. The use of mathematical theory of reliability is due to the probabilistic nature of many factors affecting the duration of the effective service of road elements. The article presents the results of calculating the durability of road using the failure rate functions based on the exponential law, the Weibull law and the United law. The variants of calculation of durability considered in article, taking into account the called functions, provide rather objective assessment of indicators for highways with non-rigid type of road clothes. The calculation of the durability of the transport structure is made by a simple algorithm. The main difficulty in using this algorithm is the need for experimental determination of the parameters of the failure rate function, but this difficulty is typical for any statistical method. At the same time, among the factors affecting the variability of parameters should be identified geographical complex, individually characteristic of the region of study. Therefore, in the future, to determine the failure rate of the elements of the operated roads, it is necessary to create regional Bach data characterizing the technical condition of roads and their elements in accordance with industry regulators.

Keywords: durability; reliability; road; failure rate; exponential law; Weibull distribution; consolidated act.

For citation: Moiseenko R.P., Efimenko V.M. K otsenke dolgovechnosti avtomobil'nykh dorog [Towards durability of automobile roads]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 207–213.

DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-207-213

Введение

В работе [1] показано, что расчёт надёжности автомобильных дорог в соответствии с методикой математической теории надёжности разделён на два этапа. Первый этап – расчёт начальной надёжности, второй этап – расчёт долговечности. Пример, отражающий вычисления начальной надёжности сооружения, представлен в статье [2]. Это разделение в современной научной и нормативной литературе не принято. Как правило, исследователи применяют методику косвенного учёта зависимости прочности дорожной конструкции от срока её службы или, наоборот, продолжительности эксплуатации от прочности сооружения [3, 4]. В расчётах автомобильных дорог используют параметры системы, которые устанавливают с учётом заданного времени безотказной работы инженерного сооружения [5, 6]. Функция долговечности, выведенная через интенсивность отказов [7], не применяется.

Обе методики основаны на использовании статистических данных, но экспериментальное определение комплексного показателя (интенсивность отказов) значительно проще, чем определение отдельных параметров, например модулей упругости, перемещений и т. д. К тому же методика расчёта долговечности, учитывающая в расчётах отдельные параметры, определяющие надёжность сооружения, требует обработки экспериментальных данных в виде множества приблизительно аппроксимирующих функций или уравнений и не гарантирует более высокой точности вычислений. К сожалению, алгоритмы

расчёта долговечности, представленные в коллективной монографии учёных-дорожников [3], содержат уравнения, достоверность которых сомнительна. Например, условие, приведённое в отмеченной работе под номером (П.50):

$$p \leq \frac{1}{C_{\text{тр}}^{(\text{кап})}},$$

где p – вероятность, т. е. безразмерная величина; $C_{\text{тр}}^{(\text{кап})}$ – нормативный срок службы между двумя смежными капитальными ремонтами, т. е. величина, имеющая размерность (годы). В показанном примере размерность $C_{\text{тр}}^{(\text{кап})}$ не учитывается, но разъяснений по этому поводу в тексте нет.

Таким образом, долговечность автомобильных дорог должна учитываться не по косвенным показателям, а на основе алгоритмов теории надёжности.

Постановка задачи. Автомобильная дорога – это восстанавливаемая система. Но в общем случае аналитический расчёт восстанавливаемых систем не разработан [7]. Поэтому в промежутках между ремонтами автомобильная дорога рассчитывается как невосстанавливаемая система.

Долговечность элементов невосстанавливаемых систем имеет следующие показатели [7]:

$P(t)$ – вероятность безотказной работы элемента в течение времени t (функция долговечности);

$f(t)$ – плотность распределения времени безотказной работы;

$\lambda(t)$ – интенсивность отказов в момент времени t ;

T_0 – среднее время безотказной работы;

P_0 – начальная надёжность элемента (вероятность безотказной работы при нормативных средних значениях параметров прочности и жёсткости автомобильной дороги).

Между показателями долговечности существуют следующие зависимости:

$$P(t) = P_0 e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}; \quad (1)$$

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt. \quad (2)$$

Выражения (1), (2) показывают, что исходной функцией в расчёте долговечности является интенсивность отказов. Все параметры функции интенсивности отказов определяются экспериментально. Наиболее часто применяются две функции.

1. Экспоненциальный закон:

$$\lambda = \text{const} \Rightarrow P(t) = P_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow T_0 = \frac{P_0}{\lambda}. \quad (3)$$

2. Закон Вейбулла:

$$\lambda(t) = \alpha \lambda t^{(\alpha-1)} \Rightarrow P(t) = P_0 e^{-\lambda t^\alpha} \Rightarrow T_0 = P_0 \int_0^{\infty} e^{-\lambda t^\alpha} dt. \quad (4)$$

Основной недостаток экспоненциального закона «отсутствие последствия» (независимость числа отказов в данный период от числа отказов в прошлом) отмечен в работе [3]. Но экспоненциальный закон рекомендуется применять в сравнительно короткие промежутки времени [8]. В этом случае влияние «последствия» не имеет существенного значения, и экспоненциальный закон может быть применён в расчётах долговечности автомобильных дорог.

Закон Вейбулла часто востребован при характеристике статистических рядов, характеризующих те или иные параметры, отражающие состояние автомобильных дорог [9, 10]. С помощью закона Вейбулла можно учесть постепенные отказы, наблюдаемые в процессе службы автомобильных дорог.

В статье предлагается использовать для расчёта долговечности автомобильных дорог объединённый закон:

$$\lambda(t) = \lambda_1 + \alpha\lambda_2 t^{(\alpha-1)} \Rightarrow P(t) = P_0 e^{-(\lambda_1 t + \lambda_2 t^\alpha)} \Rightarrow T_0 = P_0 \int_0^\infty e^{-(\lambda_1 t + \lambda_2 t^\alpha)} dt. \quad (5)$$

Объединённый закон учитывает внезапные и постепенные отказы. Сочетание внезапных и постепенных отказов также характерно для эксплуатируемых автомобильных дорог.

Варианты расчётов представлены в примерах.

Пример 1. Рассматривается экспоненциальный закон. Пусть $P_0 = 0,99$; $T_0 = 5$ лет. Для автомобильной дороги при пятилетней эксплуатации влияние последствия можно не учитывать. Тогда из выражений (3) следует

$$T_0 = \frac{P_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{P_0}{T_0} = \frac{0,99}{5} = 0,198 \text{ (год}^{-1}\text{)}.$$

Функция долговечности определяется по формуле $P(t) = P_0 e^{-\lambda t}$. Значения функции долговечности представлены в табл. 1.

Таблица 1

t (лет)	0	1	2	3	4	5
$P(t)$	0,99	0,812	0,666	0,546	0,448	0,368

Из данных таблицы следует, что приемлемый уровень функции долговечности ($P = 0,9$ [6]) сооружения соответствует половине первого года. Более высокий уровень долговечности возможен при резком снижении интенсивности отказов. Но тогда возрастает среднее время безотказной работы и увеличивается влияние последствия. Пример показывает, что экспоненциальный закон можно применять, если дорога эксплуатируется в критических условиях.

Пример 2. Рассматривается применение закона Вейбулла. Пусть $P_0 = 0,99$; $\alpha = 2$; $\lambda = 0,00(3)$. В соответствии с выражениями (4) функция долговечности установлена по формуле $P(t) = P_0 e^{-\lambda t^\alpha} = 0,99 e^{-0,00(3)t^2}$. Значения функции долговечности представлены в табл. 2.

Таблица 2

t (лет)	0	4	8	12	16	20	24	28
$P(t)$	0,99	0,9385	0,8	0,6126	0,4217	0,261	0,145	0,0725

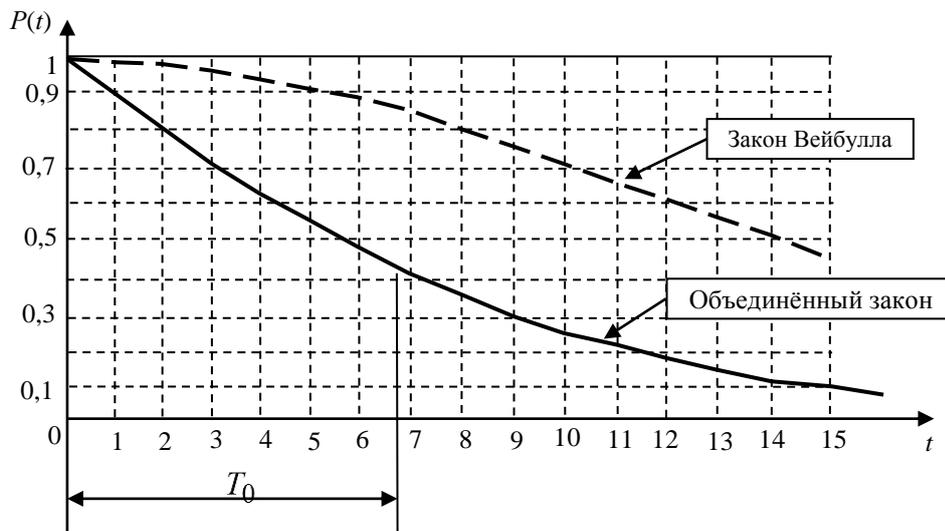
Среднее время безотказной работы автомобильной дороги в соответствии с выражением (4) определяется по формуле $T_0 = P_0 \int_0^{\infty} e^{-\lambda t^\alpha} dt$. Интеграл вычислен по формуле трапеций: $T_0 = 14,84$ (года).

Пример 3. Рассматривается объединённый закон (5). Пусть $P_0 = 0,99$; $\alpha = 2$; $\lambda = 0,00(3)$; $\lambda_1 = 0,1$. Функция долговечности определена по формуле $P(t) = P_0 e^{-(\lambda_1 t + \lambda_2 t^\alpha)}$. Значения функции долговечности представлены в табл. 3.

Таблица 3

t (лет)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$P(t)$	0,99	0,8928	0,8	0,7117	0,63	0,5524	0,482	0,4175	0,36
t (лет)	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$P(t)$	0,307	0,261	0,22	0,1845	0,1536	0,127	0,1043	0,085	0,069

Среднее время безотказной работы определено по формуле $T_0 = P_0 \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 t + \lambda_2 t^\alpha)} dt$. Формула трапеций даёт результат: $T_0 = 6,82$ (года). Численные результаты расчёта долговечности представлены на графике (рисунок).



Функция долговечности

Для сравнения на рисунке представлена функция долговечности Вейбулла с принятыми в примере 3 параметрами α, λ_2 . Сравнение показывает, что наиболее предпочтителен закон Вейбулла с постепенным нарастанием

интенсивности отказов. Но это теоретическое преимущество нельзя использовать, если опыт эксплуатации автомобильной дороги свидетельствует о возможности внезапных отказов. В этом случае необходимо использовать объединённый закон интенсивности отказов.

Выводы

В статье показано, что разработка прямого метода расчёта долговечности автомобильных дорог, основанного на функции интенсивности отказов, является актуальной задачей. Наиболее полно отражает особенности эксплуатации автомобильных дорог объединённый закон интенсивности отказов, позволяющий учитывать внезапные и постепенные отказы. Установить связь между параметрами объединённого закона ($\lambda_1, \alpha, \lambda_2$) и случайными прочностными характеристиками дорожной конструкции практически невозможно. Трудность аналитического решения подобных задач ранее отмечена в литературе (например, [3]). В подобных условиях задача может быть решена при обязательной организации и проведении серии экспериментов по установлению тех или иных связей эксплуатационного состояния элементов автомобильных дорог в характерном для конкретного региона географическом комплексе с последующим выявлением формул эмпирических зависимостей. Поставленная задача расчёта долговечности автомобильных дорог предполагает комплекс дальнейших региональных экспериментальных исследований с формированием банка исходных данных для прогноза возможных отказов. Необходимость региональных экспериментальных работ, влияющих на срок службы автомобильных дорог, отмечается многими учёными-дорожниками (например, [4, 11]).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 143. P. 01004.
2. Моисеенко Р.П., Пушкарёва Г.В., Акимов Б.Г., Стещенко А.О. Расчёт надёжности нежёстких дорожных одежд методом моментов по критерию допускаемого прогиба // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 6. С. 220–226.
3. Золотарь И.А., Некрасов В.К., Коновалов С.В., Яковлев Ю.М., Коганзон М.С. Повышение надёжности автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1977. 183 с.
4. Ефименко В.Н., Ефименко С.В., Бадина М.В. Пути обеспечения эксплуатационной надёжности автомобильных дорог в природных условиях Сибири // Транспортное строительство / ТРАНСПОРТ Российской Федерации. 2007. № 1. С. 18, 19.
5. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учётом теории риска: в 2 ч. Ч. I. Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 1994. 184 с.
6. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учётом теории риска: в 2 ч. Ч. II. Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 1994. 232 с.
7. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2006. 704 с.
8. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьёв А.Д. Математические методы в теории надёжности. М. : Либроком, 2017. 584 с.
9. Рокас С.Ю. Статистический контроль качества в дорожном строительстве. М. : Транспорт, 1977. 152 с.
10. Семёнов В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1989. 125 с.
11. Васильев А.П., Ефименко В.Н. К обоснованию протяжения автомобильных дорог, подлежащих реконструкции, модернизации, капитальному ремонту и ремонту, в субъектах

федерации // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 6. С. 157–167.

REFERENCES

1. *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 143. P. 01004.
2. *Moiseenko R.P., Pushkareva G.V., Akimov B.G., Steshenko A.O.* Raschet nadezhnosti nezhestkikh dorozhnykh odezhd metodom momentov po kriteriyu dopuskaemogo progiba [Reliability analysis of flexible pavements using moments method and bending strain criterion]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017. No. 6. Pp. 220–226.
3. *Zolotar' I.A., Nekrasov V.K., Konovalov S.V., Yakovlev Yu.M., Koganzon M.S.* Povyshenie nadezhnosti avtomobil'nykh dorog [Roads reliability improvement]. Moscow: Transport, 1977. 183 p. (rus)
4. *Efimenko V.N., Efimenko S.V., Badina M.V.* Puti obespecheniya ekspluatatsionnoi nadezhnosti avtomobil'nykh dorog v prirodnykh usloviyakh Sibiri [Ways to ensure the operational reliability of roads in Siberian natural conditions]. *Transportnoe stroitel'stvo / Transport Rossiiskoi Federatsii*. 2007. No. 1. Pp. 18, 19.
5. *Stolyarov V.V.* Proektirovanie avtomobil'nykh dorog s uchetom teorii riska [The design of roads, taking into account the theory of risk], in 2 parts. Pt I. Saratov, 1994. 184 p. (rus)
6. *Stolyarov V.V.* Proektirovanie avtomobil'nykh dorog s uchetom teorii riska [The design of roads, taking into account the theory of risk], in 2 parts. Pt II. Saratov, 1994. 232 p. (rus)
7. *Polovko A.M., Gurov S.V.* Osnovy teorii nadezhnosti [Fundamentals of reliability theory]. 2nd ed., St.- Petersburg: BKhV-Peterburg, 2006. 704 p. (rus)
8. *Gnedenko B.V., Belyaev Yu.K., Solov'ev A.D.* Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti [Mathematical methods in the reliability theory]. Moscow: Librokom, 2017. 584 p. (rus)
9. *Rokas S.Yu.* Statisticheskii kontrol' kachestva v dorozhnom stroitel'stve [Statistical quality control in road construction]. Moscow: Transport, 1977. 152 p. (rus)
10. *Semenov V.A.* Kachestvo i odnorodnost' avtomobil'nykh dorog [Quality and uniformity of roads]. Moscow: Transport, 1989. 125 p. (rus)
11. *Vasil'ev A.P., Efimenko V.N.* K obosnovaniyu protyazheniya avtomobil'nykh dorog, podlezhashchikh rekonstruktsii, modernizatsii, kapital'nomu remontu i remontu, v sub'ektakh federatsii [Roadway reconstruction, modernization, and replacement in sub-sovereign entities]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2014. No. 5. Pp. 157–167 (rus)

Сведения об авторах

Моисеенко Ростислав Павлович, докт. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Ефименко Владимир Николаевич, докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Authors Details

Rostislav P. Moiseenko, DSc, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia.

Vladimir M. Efimenko, DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia.

УДК 711.73:625.712 (1-21)(571.16) DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-214-225

*В.А. БАЗАВЛУК, Э.С. УСЕИНОВА,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАНИРОВОЧНЫХ СХЕМ ПЕШЕХОДНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НОВЫХ МИКРОРАЙОНОВ ГОРОДА ТОМСКА

В работе проведен анализ современной планировочной пешеходно-транспортной сети новых микрорайонов г. Томска и соответствия её положениям нормативных требований по транспортной доступности и удовлетворения социально-демографических запросов местных жителей. Исследование выполнено с использованием метода натурального моделирования в производственных условиях.

Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью решения вопросов по удовлетворению потребностей жителей новых жилых микрорайонов в комфортных условиях проживания, в части обеспечения горожан развитыми элементами транспортной инфраструктуры, снижающими время передвижения от мест приложения труда к месту проживания.

Целью является анализ сложившегося в Томске состояния планировочных схем пешеходно-транспортных сетей и их соответствия нормативным и социальным требованиям жителей новых жилых микрорайонов.

Материалами исследования являются натурные данные по сложившейся ситуации неудовлетворения транспортных услуг жителей новых микрорайонов.

Метод исследования заключается в натурном моделировании пешеходно-транспортных сетей новых жилых микрорайонов Томска.

Результатами исследования являются предложения авторов по совершенствованию подходов к планированию схем пешеходно-транспортных сетей с учетом нормативных требований и запросов жителей по удовлетворению потребностей в качестве транспортных услуг.

Научная новизна исследований обусловлена тем, что комплексный анализ соответствия требований нормативных документов и социальных запросов местных жителей исследуемых жилых микрорайонов проводится впервые.

Выводом служит анализ состояния сложившихся в Томске планировочных схем пешеходно-транспортных сетей и их соответствие как нормативным, так и социальным требованиям жителей новых жилых микрорайонов.

Ключевые слова: схема; пешеходно-транспортная сеть; заторы; автомобилизация; микрорайон; анализ; планировка; система; подход.

Для цитирования: Базавлук В.А., Усеинова Э.С. Анализ современных планировочных схем пешеходно-транспортной сети новых микрорайонов города Томска // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 214–225.
DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-214-225

*V.A. BAZAVLUK, E.S. USEINOVA,
National Research Tomsk Polytechnic University*

PEDESTRIAN AND TRANSPORT NETWORK PLANNING IN NEW URBAN DISTRICTS OF TOMSK

The paper analyzes the current pedestrian and transport network planning in new districts of the Tomsk-city and its compliance with the regulatory requirements for transport accessibility

and socio-demographic needs of the population using a method of field simulation in production environment.

This work addressed the needs of population in new residential areas, in comfortable living conditions, with the developed transport infrastructure, which allows to reduce the travel time from home to work and back again.

The purpose of the paper is to analyze the current state of pedestrian and transport network planning in Tomsk and their compliance with the regulatory and social requirements for new residential areas.

This study is based on the field data on the current situation of the transport services and dissatisfaction of residents by new urban districts.

The research method utilizes a full-scale simulation of pedestrian and transport networks of Tomsk in new residential areas.

Research results can be used to improve the planning approaches to pedestrian and transport networks taking into account the regulatory requirements and meeting residents' needs in transport services.

The scientific novelty lies in the comprehensive analysis of the compliance with the regulatory requirements and social needs of residents from new urban districts, which is carried out for the first time.

In conclusion, the analysis is given to the current state of pedestrian and transport network planning and their compliance with the regulatory and social requirements for new urban districts.

Keywords: pedestrian and transport network; traffic congestion; automobilization; urban district; analysis; planning; systems analysis.

For citation: Bazavluk V.A., Useinova E.S. Analiz sovremennykh planirovochnykh skhem peshekhodno-transportnoi seti novykh mikroraionov goroda Tomsk [Pedestrian and transport network planning in new urban districts of Tomsk]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2019. V. 21. No. 3. Pp. 214–225. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-214-225

Город Томск – исторический город федерального значения, региональный экономический и культурный центр, который относится к третьему классу расселения, областной центр одноименной области, формирующий городскую агломерацию совместно с городом-спутником Северском. Как и любой другой крупный город, он осваивает новые территории под жилищную застройку в своих границах и за ее пределами, создавая новые жилые микрорайоны и кварталы.

При анализе соответствия мы исходили из представления о том, что современный город – это инфраструктура, к которой на основе свободного выбора присоединяются местные жители и что она должна быть удобной для них как место проживания, приложения профессиональной деятельности и удовлетворения бытовых и культурных потребностей [1, 2].

Однако в настоящее время на этих территориях планировочная застройка и ее пешеходно-транспортная инфраструктура не всегда соответствуют современным требованиям застройки, в том числе в вопросе, насколько людям будет удобно по затратам времени перемещаться между местами проживания, работы и досуга. Эти вопросы решаются в режиме управленческой деятельности городом, связанной с реализацией Стратегической программы освоения территорий как важнейшего показателя её развития. При этом город рассматривается как социально-экономическая система, которая всё больше зависит от деятельности

городских жителей, на которых отражается степень эффективного решения вопросов материальных, временных и моральных издержек.

Так, здесь в определенные пиковые часы суток, когда на 80–90 % транспортная схема города становится перегруженной автотранспортом, на улицах, в том числе магистральных, движение личного и общественного транспорта блокируется, возникают дорожные заторы, приводящие как к значительным потерям личного времени, так и психологическим перегрузкам участников движения. Однако в то же время переселенцы в новые микрорайоны вынуждены мириться с этими проявлениями технического прогресса в условиях неуклонного роста уровня жизни населения, определяемого в том числе влиянием его пешеходно-транспортной составляющей.

В условиях расселения горожан в новые микрорайоны нередко возникают случаи отдаления мест проживания горожан от мест приложения их труда. Это обстоятельство усложняет по времени транспортную доступность жителей новых микрорайонов к объектам обеспечения повседневного, систематического и периодического спросов. Они остались в центральной части города или в пределах границ его административных районов и не в полной мере стали соответствовать современным требованиям комфорта по степени обеспечения населения услугами социальной и транспортной инфраструктур для жителей вновь заселяемых территорий новых микрорайонов.

Тем не менее между районами жилой застройки и местами приложения труда формируются устойчивые ежедневные маятниковые трудовые миграции, обслуживаемые улично-дорожной сетью. В данном случае транспортные связи работают в отсутствие альтернативных направлений, обеспечивающих поездку «от двери до двери» [3]. Такое положение сложилось в г. Томске при застройке новых жилых микрорайонов, таких как Зеленые горки, Подсолнухи, Солнечный и Южные ворота, приведенные на рис. 1. Места проживания и отдыха жителей новых микрорайонов расположены на удалении 10 км и дальше от планировочного центра г. Томска и его административных районов.

В каждом из новых микрорайонов по состоянию на 2019 г. только частично сформирован комплекс обслуживающих учреждений, включающий объекты:

- повседневного обслуживания;
- периодического и эпизодического обслуживания;
- обслуживающих таксонометрический ранг.

Оценка соответствия планировочной структуры пешеходно-транспортной сети для всех четырех исследуемых жилых микрорайонов выполнена по восьми позициям (выделены курсивом) из семнадцати, приведенных в табл. 1. Остальные позиции оценивались по фактическим данным, без анализа соответствия.

Особенности миграционных передвижений трудоспособного населения жителей микрорайонов к местам приложения труда и к объектам периодического и эпизодического обслуживания в городе характеризуются следующим образом.

Так, согласно сложившейся улично-дорожной схеме территории выход общественного и личного автомобильного транспорта и доступ их к магистральным улицам города из *микрорайона Южные ворота* возможен только через два железнодорожных переезда в одном уровне на линии «Томск – Тайга» – Мокрушинский и Степановский. Эти переезды в настоящее время

не обеспечивают необходимую пропускную способность возросшего потока автомобильного транспорта и подлежат перестройке. На них, даже после выполненной два года назад реконструкции, отмечаются систематические ежедневные скопления и автомобильные заторы. При этом величина потери времени в автомобильных заторах для участников движения составляет от 10 до 30 мин и более на каждую поездку жителя микрорайона (табл. 1). Однако решение проблемы обеспечения комфортных услуг при миграциях населения путем строительства двухуровневых развязок на этих переездах отодвигается на неопределенный срок.

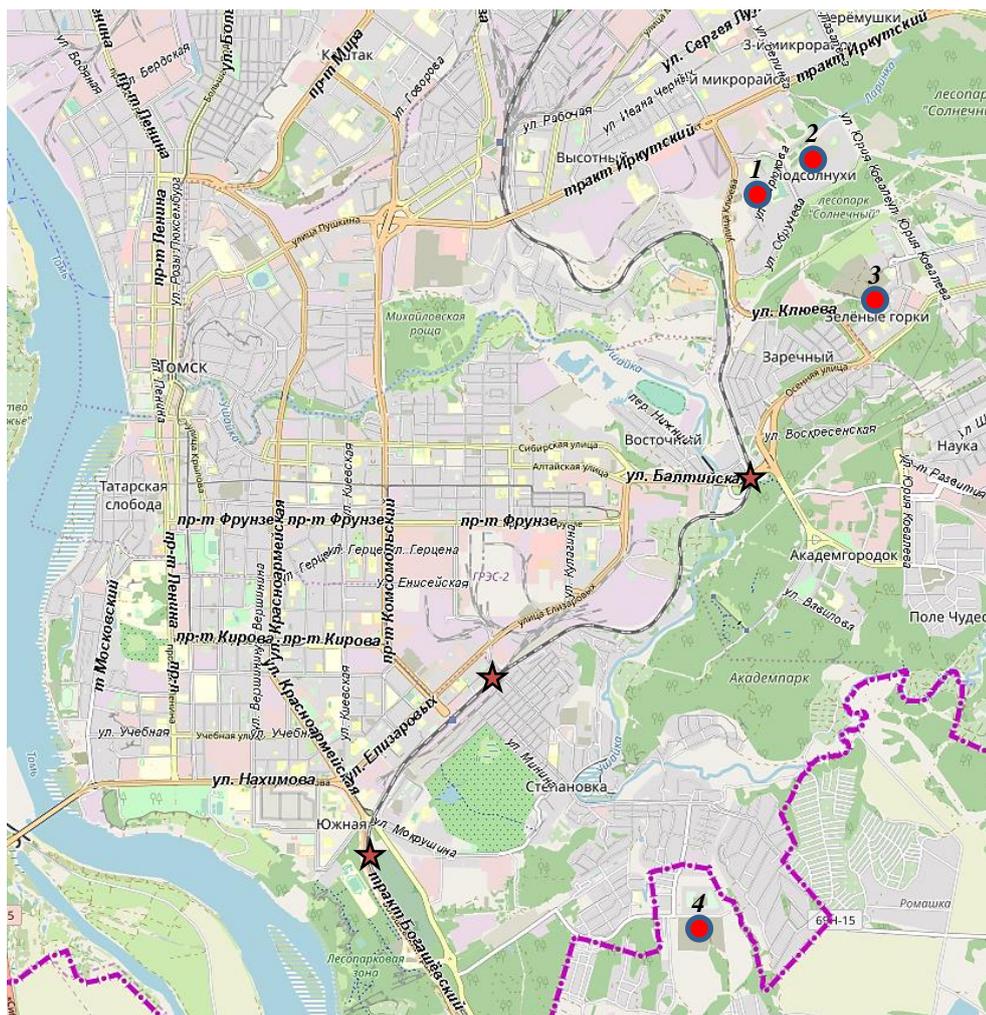


Рис. 1. Местоположение исследуемых жилых микрорайонов на Градостроительном атласе г. Томска:

- 1 – мкр. Солнечный; 2 – мкр. Подсолнухи; 3 – мкр. Зеленые горы; 4 – мкр. Южные ворота; — — — — — черта города; ● — планировочный центр г. Томска; ● — планировочные центры микрорайонов; ★ — железнодорожные переезды

Таблица 1

Оцениваемые показатели новых жилых микрорайонов г. Томска

Оцениваемые показатели	Микрорайоны			
	Зеленые горки	Солнечный	Подсолнухи	Южные ворота
1. Проектная численность населения квартала, чел.	8600	9000	8000	20 000
2. Доля трудоспособного населения, %*	62	62	62	62
3. Численность трудоспособного населения, чел.*	5332	5580	4960	12 400
4. Число автомобилей при удельной автомобилизации, ед.***	1777	1860	2666	6666
5. Площадь микрорайона, кв. м	26 000	56 000	30 150	70 000
6. Средняя площадь кварталов в микрорайоне, кв. м	14,7	13,38	10,12	10,13
7. Удельная площадь (плотность) чел./1 га	330	161	265	286
8. Количество жилых кварталов, шт.	4	3	2	2
9. Число групп домов в мкр, ед.	8	5	4	3
10. Форма сети улиц	Смешанная	Смешанная	Смешанная	Прямоугольная
11. Средняя длина сторон квартала (участок улиц), м	276	402	210	334
12. Средняя ширина улиц, м	4,5	6,0	5,0	3,5
13. Количество объектов приложения труда, ед.**	13	3	4	6
14. Расстояние между центрами планировочных структур, км***	8,9	9,8	10,1	10
15. Ежедневная трудовая маятниковая миграция, при $P = 293$ авт./1000 чел.	1006	1057	936	2346
16. Количество пробок на пути к следованию к планировочным центрам, ед.	4	6	6	10
17. Время пути из микрорайона к местам приложения труда, мин	45	40	40	50

* – по данным Томскстата; ** – по фактическим данным; *** – по расчетам.

Так, по состоянию на начало второго квартала 2019 г. проект двухуровневой транспортной развязки на Степановском переезде всё ещё находится на стадии согласования и утверждения, а двухуровневая развязка на 76 км железной дороги Томск – Тайга находится в начальной стадии землеотвода и строительства – здесь пока сооружена конструкция мостового перехода через автомобильную дорогу Томск – Богашево. Таким образом, решение проблем обеспечения транспортного комфорта для жителей микрорайона переносится на будущие годы – до срока завершения строительства вышеупомянутых автомобильных развязок. Это еще раз подтверждает необходимость своевременного принятия неотложных мер по обеспечению микрорайонов элементами транспортной инфраструктуры, что должно быть выполнено в сроки ещё до начала их застройки жилыми зданиями.

Микрорайон Зеленые горки расположен на территории Октябрьского района, в восточной части территории г. Томска, в пределах жилой зоны, на крутом склоне пересеченной местности, ограниченной двумя магистралями общегородского значения (ул. Клюева, ул. Энтузиастов), обеспечивающими выход и доступ к другим магистральным улицам общегородского значения: Иркутский тракт и пр. Фрунзе. Территория микрорайона по степени пригодности рельефа для жилищного строительства по планировочным критериям природных условий относится к ограниченно пригодным условиям к застройке [4]. В соответствии со схемой все пешеходно-транспортные направления от микрорайона к административным районам Октябрьский или Советский возможны. Однако, например, выход и доступ к местам приложения труда в Кировском районе г. Томска затруднителен и возможен посредством пересадочных узлов.

Транспортная и пешеходная доступность жителей микрорайонов к административным центрам районов и города, а также к пересадочным узлам общественного транспорта затруднена дальностью пути, составляющей более 2 км в условиях необходимости преодоления значительной крутизны спусков и подъемов с уклоном местности в 60 % и более [5]. Особенности транспортной доступности к объектам эпизодического обслуживания населения города в вечернее время для горожан микрорайонов, у которых отсутствует личный транспорт, обусловлены ограничениями графика работы общественного транспорта, заканчивающего пассажирское обслуживание уже в 21:00, а то и раньше. Так, из Зеленых горок в микрорайон Южные ворота, куда заходит единственный автобусный маршрут № 53, проложенный по Кировскому и Советскому районам, попасть напрямую не представляется возможным. Доступ в остальные районы города и аэропорт обеспечивается так же, как жителям микрорайона Южные ворота, посредством пересадочных узлов.

Микрорайоны Солнечный и Подсолнухи расположены на территории Октябрьского района и ограничены осями улиц Клюева, Бирюкова, Обручева, Герасименко, разделены их красными линиями с выходом на Иркутский тракт (Р400), имеют два выхода в город и доступ к магистральным улицам общегородского и районного значения: через Иркутский тракт в Октябрьский район и через ул. Клюева в Советский район.

Жители исследуемых жилых микрорайонов также испытывают определенные миграционные затруднения, связанные с недостаточным транспорт-

ным обслуживанием и недоразвитостью сети общественного транспорта и пешеходной доступности. Эти трудности обусловлены особенностями рельефа и географического положения микрорайонов, расположенных на крутом склоне к пойме р. Ушайки, радиально разделяющих город с Востока на Запад. Транспортная обеспеченность жителей микрорайонов с многоэтажной (свыше 10 этажей) застройкой реализуется улицами районного значения Бирюкова и Обручева, которые обслуживаются общественным автотранспортом шести автобусных маршрутов: № 11, 30, 33, 52, 25, 27 [6].

Участки улиц с местами систематических образований блокировок движения автомобилей и их заторов на этих маршрутах приведены на рис. 2.

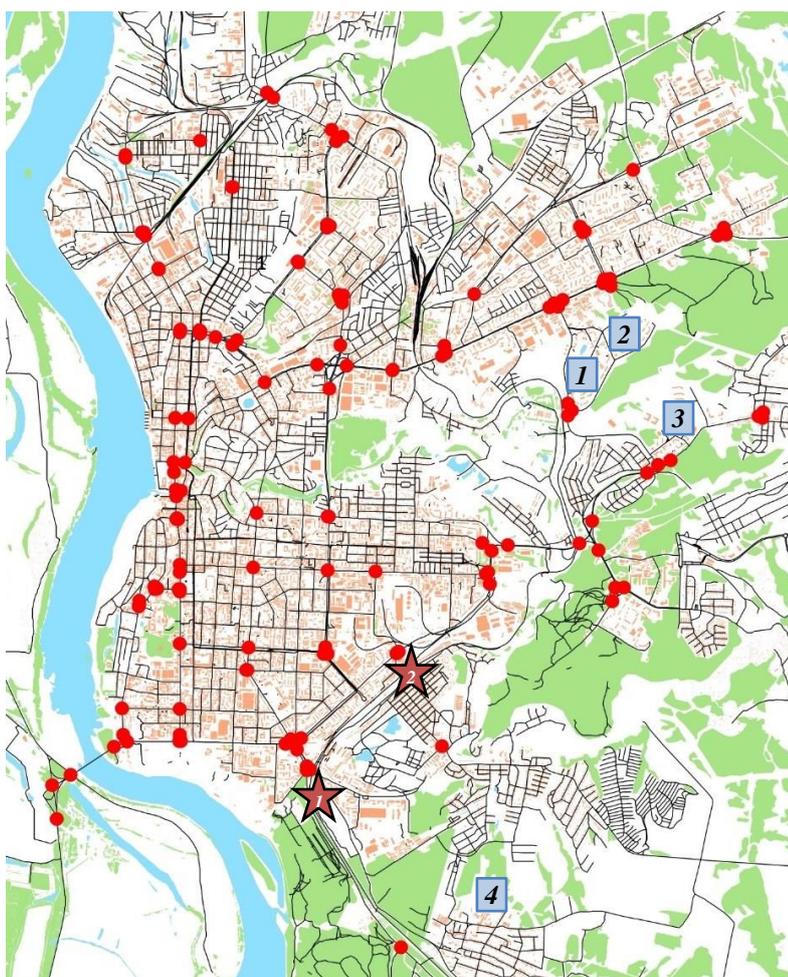


Рис. 2. Участки улиц с местами систематических образований блокировок движения и автомобильных заторов транспортных средств:

- – места систематического блокирования и образования автомобильных заторов (по натурным данным обследований ООО «Агентство дорожной информации РАДАР», 2017);
- ★ *1 – Мокрушинский переезд; ★ *2 – Степановский переезд; 1 – мкр. Солнечный; 2 – мкр. Подсолнухи; 3 – мкр. Зеленые горы; 4 – мкр. Южные ворота

В новых жилых микрорайонах в силу сложившегося комплекса ситуаций образуются ежедневные маятниковые миграции жителей микрорайонов к местам приложения труда, приводящие к образованиям мощных пассажиропотоков, в результате чего на маршрутах происходит перегрузка расчетной плотности пешеходно-транспортной сети транспортом – улицы блокируются, образуются автомобильные заторы.

Для каждого из автобусных маршрутов в направлениях покидания микрорайонов или возвращения в них систематически отмечаются автомобильные заторы на выходах, в том числе в Октябрьский район – 7 мест; в Советский район – 8 мест (рис. 2). Жители исследуемых микрорайонов теряют в каждом заторе (пробке) в среднем 7–10 мин ежедневно.

Таким образом, спрос и предложения на оказание транспортных услуг жителям новых жилых микрорайонов вошли в противоречия. К примеру, затраты времени в миграциях населения нормируются положениями правил СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». В соответствии с ними для таких городов, как Томск с населением 500 тыс. чел. и более, время, затрачиваемое на передвижение людей от мест проживания до мест приложения их труда для 90 % трудящихся (в один конец) не должно превышать 37–40 мин. Однако, по данным наших исследований (см. п. 17 табл. 1), оно для жителей микрорайона Зеленые горки и Южные ворота превышает нормативное значение и составляет 45 и 50 мин соответственно. Для микрорайонов Солнечный и Подсолнухи оно соответствует верхней границе нормативной допустимости – 40 мин.

Доступ к основной проезжей части магистральных улиц города осуществляется посредством улиц жилой застройки микрорайонов через пересечения и примыкания и соответствует положениям СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования».

Достаточность развития пешеходно-транспортной сети разного функционального назначения определяется спросом и предложением на оказание транспортных услуг, характеризующихся интенсивностью движения в часы пиковой транспортной нагрузки [1, 4].

Величину экономических потерь жителями микрорайонов в денежном эквиваленте от потерянного пассажирами в пути времени в данной работе определяли, основываясь на официальных данных размера почасовой оплаты труда в регионе и на фактических данных по потерянному в пути времени. Годовые денежные потери от задержек в пути определяли по формуле

$$\Pi = \frac{3}{\text{ч}} Q \cdot 12, \quad (1)$$

где 3 – среднемесячная заработная плата по региону, руб.; Ч – количество рабочих часов в месяц, ч (173 ч в месяц при 40-часовой рабочей неделе); Q – количество потерянных часов в заторах в месяц (по данным расчетов и натуральных наблюдений), ч.

Личное время, потерянное в миграционных перемещениях жителей новых микрорайонов к местам приложения труда и к местам проживания и отдыха, исчисляется в значительных величинах. Принимая во внимание, что

в каждом серьезном автомобильном заторе в часы пик теряется 10 мин, то во всех вышеперечисленных местах образования заторов автомобилей на улицах, обеспечивающих выходы к административным районам города, потери времени составляют в среднем 70 мин (1,17 ч) в сутки, 2170 мин (31,2 ч) в месяц и 374,4 ч в год на 1 чел.

Оценка потерянного времени жителями исследуемых микрорайонов в ежедневных трудовых миграциях в настоящей работе нами проведена по методике Центра технического и сметного нормирования в строительстве (Д.М. Немчинов) [3]. Так временные потери трудоспособного населения новых микрорайонов в пассажиропотоках рассчитаны по формуле

$$П_{\text{в}} = \frac{1}{2} T_{\text{р}} \cdot Ч_{\text{г}}, \quad (2)$$

где $П_{\text{в}}$ – временные потери трудоспособного населения жителей микрорайона, ч·год.; $T_{\text{р}}$ – количество трудоспособного населения микрорайона, чел.; $Ч_{\text{г}}$ – количество потерянных часов в заторах в год (по данным расчетов и натурных наблюдений), ч·год/чел.; $\frac{1}{2}$ – коэффициент на половину трудоспособного населения микрорайона.

Например, применительно для жителей микрорайонов

$$П_{\text{в}} = \frac{1}{2} 12400 \cdot 374,4 = 2\,321\,280 \text{ ч} \cdot \text{год}.$$

Результаты временных и финансовых потерь жителей микрорайонов приведены в табл. 2.

Если к этому добавить расходы по стоимости сгоревшего в заторах и простоях автомобилей топлива и нанесенный экологии окружающей среды вред от выхлопных газов, то ущерб становится более серьезным.

При расчете издержек (табл. 2) количество автомобилей, выезжающих с территории жилого микрорайона в часы пиковой транспортной нагрузки в рабочий день недели $N_{\text{р}}$ (ежедневная трудовая маятниковая миграция, авт./сут), определено по формуле

$$N_{\text{р}} = S \cdot k \cdot P \cdot G / 1000, \quad (3)$$

где S – площадь жилого микрорайона, га; k – коэффициент, показывающий долю автомобильного парка, выезжающего на уличную сеть; P – уровень автомобилизации населения жилого микрорайона (количество автомобилей на 1000 жителей); G – плотность населения, чел./га.

Таблица 2

Финансовые и временные потери пассажиропотоков в микрорайонах*

Издержки	Микрорайоны			
	Зеленые горки	Солнечный	Подсолнухи	Южные ворота
Временные, ч/год	998 150,40	1 044 576,00	928 512,00	2 321 280,00
Финансовые, тыс. руб./год	155 304,18	162 527,63	144 469,00	361 172,51

* В расчетах учтена 50%-я численность трудоспособного населения микрорайонов, участвующих в суточных миграциях.

Следующим оцениваемым критерием соответствия требований комфорта является величина удельной плотности населения новых микрорайонов (рис. 3).

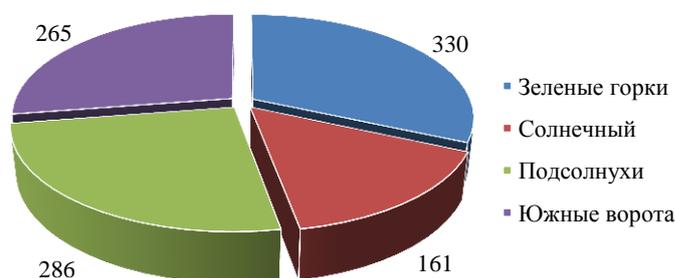


Рис. 3. Удельная плотность населения жилых микрорайонов, чел./га

Согласно п. 7.6 Правил СП 42.13330.2016, при величине плотности населения до 450 чел./га в большинстве исследуемых нами жилых микрорайонов она считается достаточно высокой и согласно положениям по комфортности может в будущем создать жителям исследуемых поселений определенные неудобства. Прогнозируемые случаи образования дискомфорта от повышенной плотности населения и транспортных средств будут возникать на территории микрорайонов в местах массового посещения людей, например у детских садов, школ, выездов, парковочных мест и др.

Таким образом, оценивая соответствие пешеходно-транспортных схем новых микрорайонов Томска нормативным требованиям и социально-демографическим запросам местных жителей, следует отметить, что улично-дорожная сеть застроенных жильем территорий только частично удовлетворяет социальным спросам и предложениям жителей новых микрорайонов. В современных условиях это не в полной мере отвечает нормативным и социально-демографическим требованиям населения по критерию комфортного проживания.

В рамках рекомендаций по совершенствованию состояния транспортной схемы города в целях предупреждения образования заторов транспортных средств на улично-дорожной сети города предлагается следующее:

- изменить практику реализации Стратегии территориального планирования развития города, при которой должна быть предугадана и упреждена необходимость решения сложных и дорогостоящих транспортных проблем [8, 9], например таких как возникновение на улицах города автомобильных заторов или нехватка мест приложения труда, которые часто образуются сразу же после застройки территории микрорайонов и которые должны быть предвидены на соответствующих этапах разработки прогнозов развития подобных событий на вновь осваиваемых территориях жилой застройки;

- в улично-дорожной схеме генерального плана города рекомендуется учитывать прогнозные данные прироста уровня автомобилизации населения и соответствия прогнозного прироста числа автомобилей экономическому благополучию населения [10];

- по возможностям бюджета города (муниципалитета) исключать вынужденные необходимости в дальних поездках жителей новых микрорайонов

путем создания требуемого количества мест приложения труда вблизи мест проживания или в ближайших жилых микрорайонах;

– производить застройку территории селитебной зоны жилыми кварталами небольших размеров с длиной сторон между перекрестками улиц не более 250 м [3, 11];

– неукоснительно соблюдать правило СП 42.13330 2016 – «сначала инфраструктура, а затем застройка»;

– организовать в рамках самоуправления Томского муниципалитета стабильную систему, направленную на неукоснительное привлечение генеральных подрядчиков застройки жилых микрорайонов города к долевному инвестированию крупных объектов транспортной инфраструктуры типа двухуровневых развязок на железнодорожных переездах Макрушинский и Степановский.

Все вышеперечисленные мероприятия должны быть учтены ещё на этапе прогнозного проектирования улично-дорожной сети вновь застраиваемых территорий жилых микрорайонов Томска.

Рациональные планировочные решения улично-дорожной сети Томска должны реализовываться путём комплексного решения вопросов удовлетворения потребностей населения в услугах, том числе транспортных, и привести к сокращению времени в миграционных перемещениях населения, снижению количества дорожно-транспортных происшествий, увеличению скорости движения транспортных средств, ликвидации автомобильных заторов, улучшению качества жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Котляров М.А.* Городской пассажирский транспорт. Ч. 1. Транспорт в системе устойчивого городского развития. Екатеринбург : ООО «Универсальная Типография “Альфа Принт”», 2019. 30 с.
2. *Ahmadi F., Toghiani S.* The Role of Urban Planning in Achieving Sustainable Urban Development // OIDA International Journal of Sustainable Development. 2011. V. 2. P. 23–26 (дата обращения: 27.02.2019).
3. *Немчинов Д.М.* Оценка потребного развития улично-дорожной сети городов и городских агломераций // Транспортное строительство. 2015. № 6. С. 27–31.
4. *John L. Hopkins, Judith McKay.* Investigating ‘anywhere working’ as a mechanism for alleviating traffic congestion in smart cities. 2016. V. 142. Pp. 258–272.
5. *Новая схема общественного транспорта г. Томска.* Условия доступа : <http://admin.tomsk.ru/pgs/a4a> (дата обращения: 05.03.2019).
6. *Духанов С.С.* Влияние местных условий на схемы перепланировок Томска и Новосибирска 1925 г. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 6 (53). С. 36–45.
7. *Среднемесячная заработная плата в г. Томске.* Условия доступа : <https://tomsk.trud.com/salary/909.html> (дата обращения: 12.02.2019).
8. *Корнев В.И., Базавлук В.А., Козина М.В.* Анализ состояния стратегического и территориального планирования в Томской области // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 4. С. 55–66.
9. *Корнев В.И., Бурлуцкий А.А., Гусева У.Ю.* Градостроительные аспекты формирования транспортной схемы в историческом центре г. Томска // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 1. С. 128–139.
10. *Pojani D., Stead D.* Sustainable Urban transport in the developing World^ Beyond Megacities // Sustainability. 2015. V. 7.P. 7785.

11. *Немчинов М.Д.* Транспортный кризис городов // Транспортное строительство. 2015. № 5. С. 27–31.

REFERENCES

1. *Kotlyarov M.A.* Gorodskoi passazhirskii transport. Ch. 1. Transport v sisteme ustoychivogo gorodskogo razvitiya [City passenger transport. Pt 1. Transport in the system of sustainable urban development]. Ekaterinburg: Al'fa Print, 2019. 30 p. (rus)
2. *Ahmadi F., Toghyani S.* The Role of urban planning in achieving sustainable urban development. *OIDA International Journal of Sustainable Development*. 2011. V. 2. Pp. 23–26.
3. *Nemchinov D.M.* Otsenka potrebnogo razvitiya ulichno-dorozhnoi seti gorodov i gorodskikh aglomeratsii [Estimation of the required development of the road network of cities and urban agglomerations]. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2015. No. 6. Pp. 27–31. (rus)
4. *John L. Hopkins, Judith McKay.* Investigating 'anywhere working' as a mechanism for alleviating traffic congestion in smart cities. 2016. V. 142. Pp. 258–272.
5. *Novaya skhema obshchestvennogo transporta g. Tomsk* [New public transport scheme of Tomsk]. Available: <http://admin.tomsk.ru/pgs/a4a> (accessed March 5, 2019). (rus)
6. *Dukhanov S.S.* Vliyaniye mestnykh uslovii na skhemy pereplanirovok Tomsk i Novosibirsk 1925 g. [Regional conditions effect on Tomsk and Novosibirsk replanning in 1925]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2015. No. 6 (53). Pp. 36–45. (rus)
7. *Srednemesyachnaya zarabotnaya plata v g. Tomsk* [Average monthly salary in Tomsk]. Available: <https://tomsk.trud.com/salary/909.html> (accessed February 12, 2019). (rus)
8. *Korenev V.I., Bazavluk V.A., Kozina M.V.* Analiz sostoyaniya strategicheskogo i territorial'nogo planirovaniya v Tomskoi oblasti [Analysis of strategic and land-use planning in Tomsk]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2016. No. 4. Pp. 55–66. (rus)
9. *Korenev V.I., Burlutskii A.A., Guseva U.Yu.* Gradostroitel'nye aspekty formirovaniya transportnoi skhemy v istoricheskom tsentre g. Tomsk [City-planning aspects of traffic arrangement in historical part of Tomsk-city]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2018. No. 1. Pp. 128–139. (rus)
10. *Pojani D., Stead D.* Sustainable urban transport in the developing world beyond megacities. *Sustainability*. 2015. V. 7. P. 7785.
11. *Nemchinov M.D.* Transportnyi krizis gorodov [Urban traffic crisis]. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2015. No. 5. Pp. 27–31. (rus)

Сведения об авторах

Базавлук Владимир Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, bazavluk@tpu.ru

Усеинова Эльвина Сейрановна, магистрант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, newbox_96@mail.ru

Author Information

Vladimir A. Bazavluk, PhD, A/Professor, Department of Geology, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia, bazavluk@tpu.ru

Elvina S. Useinova, Undergraduate Student, Department of Geology, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Ave., 634050, Tomsk, Russia, newbox_96@mail.ru