

Томский государственный
архитектурно-строительный университет

ВЕСТИНИК

ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Tom 24

№ 1 2022
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с апреля 1999 г.

[illegible]

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ляхович Л.С., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, зав. кафедрой строительной механики ТГАСУ; гл. редактор; lls@tsuab.ru; г. Томск
Акимов П.А., докт. техн. наук, профессор, академик РААСН, главный ученый секретарь РААСН; pavel.akinov@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
Деттярев 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, профессор, директор инженерно-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
Инжуртов И.С., докт. техн. наук, профессор, директор инженерно-строительного института СФУ; iinzhutov@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
Кумпяк О.Г., докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой железобетонных конструкций ТГАСУ, советник РААСН; kumpyak@yandex.ru; г. Томск
Лежава И.Г., докт. архитектуры, профессор, академик РААСН, вице-президент РААСН, профессор МАРХИ; lezhavaiia@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. 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 теплогоснабжения ТГАСУ; nac@tsuab.ru; г. Томск
Чернышов Е.М., докт. техн. наук, 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/>; «Российская государственная библиотека»: <https://www.rsl.ru/>; «Томская областная универсальная научная библиотека имени А.С. Пушкина»: <https://www.lib.tomsk.ru/>; «EBSCO»: <https://www.ebsco.com>; «КиберЛенинка»: <https://cyberleninka.ru>; «IPRbooks»: www.iprbookshop.ru, а также на сайте «Вестник ТГАСУ»: <https://vestnik.tsuab.ru>

Научное издание

ВЕСТНИК ТГАСУ № 1 – 2022

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)

ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций ПИ №77-9483 от 30 июля 2001 г.
Журнал перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-81849 от 24 сентября 2021 г.

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

Редакторы Т.С. Володина, Г.Г. Семухина. Переводчик М.В. Воробьева. Дизайн Е.И. Кардаш. Технический редактор Н.В. Удлер.
Подписано в печать 23.02.2022. Формат 70×108/16. Гарнитура Таймс. Дата выхода: 28.02.2022.
Уч.-изд. л. 15,84. Усл. печ. л. 18,81. Тираж 200 экз. Цена: свободная.
Зак. № 28.

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

16+

© Томский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2022

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

VESTNIK
TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO
ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA

JOURNAL
OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Volume 24

№ 1 2022
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Published since April 1999

[illegible]

EDITORIAL STAFF

Lyakhovich L.S., DSc, Professor, RAACS Academician, Chief Editor, Head of Structural Mechanics Dept., TSUAB; lls@tsuab.ru, Tomsk, Russia
Akimov P.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Chief Academic Secretary; pavel.akimov@gmail.com, Moscow, Russia
Belostotskii A.M., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Director General Research Center StaDiO; amb@stadyo.ru, Moscow, Russia
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; niitag@yandex.ru, Moscow, Russia
Chernyshov E.M., DSc, Professor, RAACS Academician, Chairman of the Presidium of RAACS Central Regional Branch; chem@vgasu.vrn.ru, Voronezh, Russia
Chiaia B., PhD, Professor, Politecnico di Torino (Polytechnic University of Turin); bernardino.chiaia@polito.it, Turin, Italy
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
Dzyubo V.V., DSc, Professor, Department of Water Supply and Sewage Systems, TSUAB; dzv1956@mail.ru, Tomsk, Russia
Efimenko V. N., DSc, Professor, Dean of Road Engineering and Construction Faculty, Head of Automobile Roads Dept., TSUAB; svefimenko_80@mail.ru, Tomsk, Russia
Efimenko S.V., DSc, Dean of Road Engineering and Construction Faculty, TSUAB; svefimenko_80@mail.ru, Tomsk, Russia
Esaulov G.V., DSc, Professor, RAACS Academician, Vice-Rector for Research of Moscow Architectural Institute (State Academy); esaulovgv@raasn.ru, Moscow, Russia
Girardot M.C., DSc, Professor, Engineering Dept., International Telematic University UNINETTUNO; g.cennamo@uninettunouniversity.net, Roma, Italy
Gnyrya A.I., DSc, Professor, RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB; tsp_tgasu@mail.ru, Tomsk, Russia
Il'ichev V.A., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President; ilyichev@raasn.ru, Moscow, Russia
Inzhutov I.S., DSc, Professor, Director School of Engineering and Construction, SibFU; iinzhutov@sfu-kras.ru, Krasnoyarsk, Russia
Kopanitsa N.O., DSc, Professor, Building Materials and Technologies Dept., TSUAB; kopanitsa@mail.ru, Tomsk, Russia
Kovler K., A/Professor, Civil and Environmental Engineering, Head of Building Materials, Performance & Technology Dept., Technion Israel Institute of Technology; cvrkost@technion.ac.il, Haifa, Israel
Kudryakov A.L., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Construction Engineering Technology Dept., TSUAB (Tomsk, Russia); kudryakov@tsuab.ru
Kopyak O.G., DSc, Professor; RAACS Adviser, Head of Reinforced Concrete and Masonry Structures Dept., TSUAB; kumpyak@yandex.ru, Tomsk, Russia
Lezhava I.G., DSc, Professor, RAACS Academician, RAACS Vice President, Moscow Architectural Institute (State Academy); lezhavailia@gmail.com, Moscow, Russia
Morozov V.I., DSc, Professor, RAACS Corresponding Member, Head of Engineering Constructions Dept., SPSUACE; morozov@spbgasu.ru, St-Petersburg, Russia
Ovsyannikov S.N., DSc, Professor, Head of Architecture of Civil and Industrial Buildings Dept., TSUAB; ovsni@tsuab.ru, Tomsk, Russia
Plachidi L.L., DSc, A/Professor, Engineering Dept., International Telematic University UNINETTUNO; luca.placidi@uninettunouniversity.net, Roma, Italy
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
Pustovetov G.I., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Adviser Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts; pustovetovgi@gmail.com, Novosibirsk, Russia
Skolubovich Yu.L., DSc, Professor, RAACS Correspondent Member, Rector Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering; sjl1964@mail.ru, Novosibirsk, Russia
Shubin I.L., DSc, RAACS Corresponding Member, Director Structural Physics Research Institute, RAACS; niisf@niisf.ru, Moscow, Russia
Tsvetkov N.A., DSc, Professor, Head of Heat and Gas Supply Dept., TSUAB; nac@tsuab.ru, Tomsk, Russia
Travush V.I., DSc, Professor, RAACS Vice President, RAACS Academician; travush@mail.ru, Moscow, Russia
Vlasov V.A., DSc, Professor, Rector, TSUAB; rector@tsuab.ru, Tomsk, Russia
Volokitin G.G., DSc, Professor, Head of Applied Mechanics and Materials Science Dept., TSUAB; vgg-tomsk@mail.ru, Tomsk, Russia
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.rsl.ru/>; <https://www.lib.tomsk.ru>; <https://www.ebsco.com>; <https://cyberleninka.ru>; www.iprbookshop.ru; <https://vestnik.tsuab.ru>

Scientific Edition

VESTNIK TOMSKOGO GOSUDARSTVENNOGO ARKHITEKTURNO-STROITEL'NOGO UNIVERSITETA
JOURNAL OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE № 1 – 2022
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.
The journal is re-registered by the Federal Supervision Service for Communication, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor)
PI N FS77-81849, September 24, 2021.

Founder: Tomsk State University of Architecture and Building

Editors T.S. Volodina, G.G. Semukhina. Translator M.V. Vorob'eva. Design: E.I. Kardash. Technical editor N.V. Udler
Passed for printing: 23.02.2022. Paper size: 70×108/16. Typeface: Times New Roman Issue date: 28.02.2022.
Published sheets: 15,84. Conventional printed sheets: 18,81. Print run: 200 copies Price: free.
Order N 28.

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, 2022

С О Д Е Р Ж А Н И Е

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Веревкина Е.Д., Ситникова Е.В. Анализ застройки села Яр Томского района Томской области (по результатам натурного обследования) (ТГАСУ, г. Томск)	9
Каталевская Е.С., Ситникова Е.В. Комплексные исследования городской усадьбы на ул. Дзержинского, 12, в г. Томске (ТГАСУ, г. Томск)	22
Бочкарева А.Р., Лихачев Е.Н. Функционально-планировочные модели медиацентров на примере медиатеки (НГУАДИ, г. Новосибирск)	33
Слимак И.В. Концептуальные подходы к формированию архитектуры экопоселений (АГИК, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул)	44
Варанкина А.А., Федоров А.Н. Типология деревянных православных храмов юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в. (ТИУ, г. Тюмень, ТГАСУ, г. Томск)	54
Вавулин К.Е. Концепция города для людей в творчестве отечественных и зарубежных исследователей (ЦНИИП Минстроя России, г. Москва)	67
Скрябин П.В. Сценарное развитие планировочного каркаса юга Сибири (СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург)	78
Ерохин Г.П., Чиндяева Л.Н. Оценка современного состояния и архитектурно-планировочная концепция развития дендрологического парка в Новосибирске (НГУАДИ, г. Новосибирск)	92
Гусакова Н.В. Анализ эффективности реализации региональных программ в области совершенствования жилищного строительства (ТГАСУ, г. Томск)	106
Юшкова Н.Г. Территориальные системы: задачи реорганизации и концептуальные основы их решения в форматах градостроительного планирования (НИ МГСУ, г. Москва, ВолгГТУ, г. Волгоград)	121
Максимова К.А., Коренев В.И. Градостроительные аспекты размещения университетских кампусов в г. Томске (ТГАСУ, г. Томск)	137

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Смердов Д.Н. Экспериментальные исследования влияния температурной релаксации и напряжения полимерных композиционных материалов, работающих в составе изгибаемых железобетонных элементов, при длительном воздействии нагрузок (СГУПС, г. Новосибирск)	150
Коянкин А.А., Митасов В.М. Определение несущей способности армированного контактного шва на основании двучленного закона трения Дерягина (СФУ, г. Красноярск, НГАСУ, г. Новосибирск)	164

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ,
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Коршикова Е.С., Фугаева А.М., Вялкова Е.И., Осипова Е.Ю. Микроволновая обработка природных сорбентов в технологии очистки сточных вод (ТИУ, г. Тюмень, ТГАСУ, г. Томск)	175
Ахмедова Н.Р., Наумов В.А. Анализ изменения коэффициента шероховатости русла малой реки в заданном створе (на примере р. Черной) (КГТУ, г. Калининград)	188

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Ющубе С.В., Подшивалов И.И., Тарасов А.А., Лобанов А.А., Лазарев В.М. Оценка надежности кирпичного здания на свайном фундаменте в условиях развития неравномерных осадок (ТГАСУ, г. Томск).....	202
--	-----

C O N T E N T S

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

Verevkina E.D., Sitnikova E.V. Housing analysis of the village Yar of the Tomsk region (Tomsk)	9
Katalevskaya E.S., Sitnikova E.V. Overall study of mansion at Dzerzhinskii street in Tomsk (Tomsk)	22
Bochkareva A.R., Likhachev E.N. Functional models of media centers on the example of media libraries (Novosibirsk)	33
Slimak I.V. Conceptual approaches to ecovillage architecture (Barnaul)	44
Varankina A.A., Fedorov A.N. Typology of wooden Orthodox Churches in the Tyumen region in the 18th and early 20th centuries (Tyumen, Tomsk)	54
Vavulin K.E. City for people concept in Russian and foreign experience (Moscow)	67
Skryabin P.V. Scenario of South Siberia layout development (Saint-Petersburg)	78
Erokhin G.P., Chindyaeva L.N. Current state and architectural planning concept of dendrological park development in Novosibirsk (Novosibirsk)	92
Gusakova N.V. Effectiveness of regional programs on the improvement of housing development (Tomsk)	106
Yushkova N.G. Territorial systems: Reorganization and conceptual basis for urban planning (Moscow, Volgograd)	121
Maksimova K.A., Korenev V.I. City-planning aspects of university campus locations in Tomsk (Tomsk)	137

BUILDING AND CONSTRUCTION

Smerdov D.N. Temperature and stress relaxation of polymer composites operating in bending concrete elements under constant load (Novosibirsk)	150
Koyankin A.A., Mitasov V.M. Deryagin binomial law of friction for bearing capacity identification of reinforced joint (Krasnoyarsk, Novosibirsk)	164

WATER SUPPLY, SEWERAGE, BUILDING SYSTEMS OF WATER RESOURCE PROTECTION

Korshikova E.S., Fugaeva A.M., Vyalkova E.I., Osipova E.Yu. Microwave treatment of natural sorbents in wastewater purification (Tyumen, Tomsk)	175
---	-----

Akhmedova N.R., Naumov V.A. Roughness coefficient measurements of the Chernaya River channel (Kaliningrad)	188
---	-----

BASES, FOUNDATIONS AND SUBSTRUCTURES

Yushchube S.V., Podshivalov I.I., Tarasov A.A., Lobanov A.A., Lazarev V.M. Reliability of brick building on pile foundation in relative settlement conditions (Tomsk).....	202
---	-----

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 72.035

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-9-21

Е.Д. ВЕРЕВКИНА, Е.В. СИТНИКОВА,

Томский государственный архитектурно-строительный университет

АНАЛИЗ ЗАСТРОЙКИ СЕЛА ЯР ТОМСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ)

Статья посвящена анализу исторической застройки с. Яр Томского района Томской области на основе проведенных натурных исследований в 2021 г. Село Яр (Ярское), основанное в 1648 г., было включено в основные события жизни России. Село обладает характерными чертами деревянного зодчества, традиционными для сельской застройки Западной Сибири, согласно исследованиям Е. Ащепкова. Историческое прошлое, сохранившиеся архитектурные элементы в совокупности с примечательным природным ландшафтом позволяют говорить о возможном развитии села в статусе исторического поселения регионального значения.

Цель исследования – фиксация состояния исторической застройки с. Яр в условиях ее исчезновения по причине недолговечности основного строительного материала – древесины, а также из-за меняющихся норм социального поведения и функционального использования домохозяйств.

В процессе исследования был применен метод архитектурного обмера, позволяющий наряду с подробной фиксацией линейных размеров объекта выявлять его архитектурные особенности. В исследование входило: выполнение эскизных зарисовок, обмеров объекта в натуре, включая кроки и фотофиксацию, камеральную обработку данных и создание графических изображений (усадеб, фасадов, деталей). Следующий этап – анализ застройки на основе полученных данных, в процессе которого использовался метод критического анализа, системно-структурный анализ информации и творческий синтез при формировании выводов.

Научная новизна работы заключается в проведенных натурных исследованиях исторической застройки с. Яр, выполненных на их основе графических изображениях, а также в собранных и проанализированных материалах, которые в совокупности с анализом застройки формируют базу для дальнейших исследований малых населенных пунктов. Практическая значимость заключается в возможности использования полученных результатов при подготовке лекций, докладов и сообщений по истории архитектуры Сибири.

В результате проведенного исследования создан комплекс графических материалов, фиксирующих актуальное состояние застройки с. Яр, включая историко-культурный опорный план, материалы фотофиксации, обмеры усадеб, графические зарисовки.

Ключевые слова: с. Яр Томского района; историческое поселение; сельская историческая застройка; деревянное зодчество; Западная Сибирь; натурные исследования.

Для цитирования: Вережкина Е.Д., Ситникова Е.В. Анализ застройки села Яр Томского района Томской области (по результатам натурного обследования) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 9–21.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-9-21

*E.D. VEREVKINA, E.V. SITNIKOVA,
Tomsk State University of Architecture and Building*

HOUSING ANALYSIS OF THE VILLAGE YAR OF THE TOMSK REGION

The paper is devoted to the analysis of the historical development of the village Yar of the Tomsk. The analysis is based on field research carried out in June–July 2021. The village Yar (Yarskoye) was founded in 1648 and included in the main events of the country. According to Ashchepkov, the village is characterized by wooden architecture common to West Siberia. The history and preserved architectural elements together with the natural landscape provide an opportunity of its development as a historical settlement of the regional significance. **Purpose:** A study of the historical housing of the village Yar in the conditions of its disappearance due to the short lifetime of the wood, the main building material, changing social legitimacy and functional use of households. **Design/methodology:** The architectural measurement technique allowing to identify the architectural parameters of buildings along with a detailed recording of their linear dimensions. In situ measurements, including sketches and photographs, office data treatment, and graphic representation of mansion houses, facades. The housing analysis based on the obtained data; critical analysis, systems structural analysis, and creative synthesis in making implications. **Originality/value:** The field research of the village Yar, which creates the basis for further research on small settlements. Historical and cultural plan, photographs, architectural measurements, graphics are presented for the current state of the Yar village housing. **Practical implications:** The results obtained can be used in the lecture preparation, reports and communication on the history of the Siberian architecture.

Keywords: Tomsk region; historic settlement; rural historic development; wooden architecture; West Siberia; field research.

For citation: Verevskina E.D., Sitnikova E.V. Analiz zastroiki s. Yar Tomskogo raiona Tomskoi oblasti (po rezul'tatam naturnogo obsledovaniya) [Housing analysis of the village Yar of the Tomsk region]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 9–21.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-9-21

Сохранение культурного наследия является приоритетной задачей на уровне России, что отражено в № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия», а также в повестках международных организаций, таких как ЮНЕСКО, которая на официальном сайте заявляет о важности «охраны культурного наследия и борьбы с незаконным оборотом культурных ценностей».

Закон регулирует условия включения в реестр памятников культурного наследия и исключения, а также условия поддержания объекта в достойном состоянии. Это нередко сложный, длительный, дорогостоящий процесс. Но это единственный способ сохранения объекта – включение его в правовое поле. Единственный – потому что собственники объекта (земельного участка

и самого здания) вольны распоряжаться своей собственностью в меру своих интересов, возможностей и в целом понимания ценности обладаемого.

Надо отметить, что вопросы изучения и проблемы сохранения исторической деревянной застройки волнуют многих исследователей уже на протяжении столетия. Народные традиции зодчества Русского Севера рассмотрены в трудах Ю.С. Ушакова [10]. И.Э. Грабарь и Ф.Ф. Горностаев писали: «На Севере... были выработаны все те совершенные формы деревянного зодчества, которые в течение веков непрерывно влияли на всю совокупность русского искусства. Формы эти являлись неиссякаемым родником, из которого черпали новую жизнь застывшие временами художества на Руси, и значение их все еще недостаточно оценено» [4, с. 166]. А.В. Ополовников изучая архитектуру гражданских, культовых объектов, а также принципы формирования музеев деревянного зодчества, говорил о важности сохранения традиций деревянного зодчества как части культуры и истории [5].

Стоит прислушаться к высказыванию известного исследователя сибирской деревянной архитектуры Е. Ащепкова: «Сибирское народное зодчество является значительным вкладом в золотой фонд русской литературы, русского искусства. До сих пор нет системного исследования народной архитектуры Сибири, где исторически сложившийся тип крестьянского жилища отличается особыми приемами зодчества. Необходимо зафиксировать и сохранить хотя бы в документах все ценное в этой области как материал для изучения» [3, с. 11]. Деревянное зодчество сибирских городов и народную архитектуру изучали также исследователи В.Г. Залесов, И.В. Куликова, Л.С. Романова, Е.В. Ситникова, Н.В. Шагов и др. В работах Е.В. Ситниковой и Н.В. Шагова рассматривались архитектурные приемы и традиционные конструктивные решения, применяющиеся в деревянной усадебной застройке сибирских городов и сельских населенных пунктов [1, 8, 11]. Проблемам сохранения деревянной исторической застройки Томска посвящены статьи Л.С. Романовой [6, 7].

Деревни с середины XX в. начинают испытывать отток жителей в города, который имеет место и в настоящее время: молодежь уезжает, пожилые люди умирают. Это приводит к тому, что ряд населенных пунктов приходят в запустение, другие перестраиваются в дачные поселки, которые оживают в летний период, а на зиму собственники переезжают обратно в города. Однако не только физический отток жителей влияет на деградацию села. К этому также приводят низкая трудовая мотивация, практическое отсутствие рабочих мест. Современный мир сейчас предлагает разнообразные возможности по образованию, спортивные и культурные инициативы и формируют стандарт – некую норму существования, которая предполагает здоровый образ жизни, спорт, театр или музеи. В инфраструктуре большинства деревень отсутствуют спортивные площадки, клубы, дома культуры часто в депрессивном состоянии, и дело не только в интерьерных решениях, но и в предлагаемых активностях. Изменилась и модель поведения – от коллективного, когда клуб в том числе нужен был для общего сбора и совместных активностей, к индивидуалистскому, когда смотреть фильм можно с экрана своего телефона, и окружающие для этого не нужны. В некоторых деревнях из-за сокращения

численности жителей, и в частности детей, закрываются детские сады и школы; детей возят в соседние села.

Каким образом миграция и описанные выше процессы в селах влияют на сохранение культурного наследия? И почему, говоря о селе, мы говорим о культурном наследии?

Руководствуясь ст. 3 № 73-ФЗ, можно сказать, что объект культурного наследия – это объект недвижимости со связанными с ним произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства и иными предметами материальной культуры, возникшими в результате исторических событий, представляющими собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, антропологии, социальной культуры и являющимися свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры.

В планировочном решении села, архитектуре, конструктивных и декоративных элементах зданий запечатлелись исторические времена, свидетелем которых было село. Оно само является отражением социальной жизни людей, основных культурных и политических событий. Объектом культурного наследия в этом случае могут быть как дома целиком, так и части дома, например вальмовая крыша, то, что в народе называли «по-круглому», и достаточно скудные декоративные элементы наличников, о которых Е. Ащепков писал: «Особенности сибирского зодчества – это сдержанность композиции, простота форм, скупость красок, лаконизм архитектурного решения» [3, с. 18]. Крестьянская усадьба как принцип организации домохозяйства – также объект наследия, который ускользает вместе с изменением функций эксплуатации земельных наделов. Селяне не держат более столько скота, и, значит, нет необходимости в стайках и иных хозяйственных постройках – для хранения сена, корма для животных. При переделке старых домов исчезают не только объекты наследия, но при строительстве новых жилых домов используются другие объемно-пространственные габариты, что меняет облик села. Исчезают мелкие, но знаковые явления жизни, как, например, палисад, который традиционно был декоративным элементом центрального фасада, а сейчас устанавливаются глухие заборы. Эстетика была важной частью жизни крестьян. «Умение русских строителей сочетать характер застройки с природной обстановкой, предусматривать необходимые удобства для жизни и красивый ландшафт – замечательное качество русских зодчих» [2, с. 26]. Описывая села вдоль Московско-Сибирского тракта, А.П. Чехов в записках из Сибири отмечал отсутствие садов [9]. И если бы он путешествовал летом, то он мог бы и отметить сибирские палисадники. Владельцы усадеб при ремонтах применяют новые материалы и цвета, которые нехарактерны для сельской архитектуры и могут создавать собственный дисгармоничный вид, а также дисгармоничный образ части улицы. Некоторые дома, выставленные на продажу, в летнее время зарастают травой.

Село Ярское (Яр) было основано в 1648 г. как часть дозорной системы г. Томска с южной стороны. Спасский тракт, проложенный в середине XIX в. от Томска до с. Спасское (Коларово) и далее до с. Ярское (Яр), являлся частью Московско-Сибирского тракта и влиял на развитие сел. Яркой доминантой

села, видной также с р. Томи, была Введенская каменная церковь, построенная в 1850 г. вместо первоначальной деревянной. В районе села действовала переправа через р. Томь, которой, в частности, пользовался А.П. Чехов в своей поездке на Сахалин. Село имеет основания быть признанным историческим поселением регионального значения. А стремительная скорость исчезновения (утраты) исторических объектов мотивирует зафиксировать на настоящее время состояние застройки села, что и стало причиной проведения комплексного натурного исследования.

В июне 2021 г. авторами статьи было проведено натурное обследование застройки с. Яр Томского района Томской области. В рамках натурного обследования были выполнены следующие работы:

1) выявлена ценная историческая застройка, и составлен историко-культурный опорный план с. Яр;

2) осуществлена фотофиксация домов, определены ценные панорамы и точки ценного визуального восприятия застройки села.

К исследовательской работе были привлечены студенты первого курса архитектурного факультета ТГАСУ, в рамках летней обмерной практики, которые под руководством ст. преподавателя кафедры ТИА И.Д. Веревкиной выполнили:

1) обмеры нескольких объектов, определенных как ценная историческая застройка;

2) зарисовки видовых панорам, отдельных зданий и декоративных элементов застройки с. Яр.

Зная дату основания села (1648 г.), можно предположить, что в нем преобладает историческая деревянная застройка с богатым резным убранством. Однако, попадая в село, понимаешь, что дома не столь живописны и декор не столь замысловат, как, например, в Томске. Исследователь архитектуры Сибири Е. Ащепков отмечал: «Зодчий чувствовал и понимал красоту и величие формы в пространстве и лаконичности. Нет ничего лишнего, мешающего сильному общему впечатлению. Все конструктивно ясно, немногословно, и в этом сила» [3, с.15].

Долгое время основным строительным материалом в Сибири являлась древесина. Вместе с переселенцами из России в Сибирь проникали и традиции строительства, которые при этом адаптировались под климатические, социальные, природные условия. В с. Яр встречаются как крестовые, так и пятистенные избы, реже клетки. Преобладающий способ рубки – в «обло». Е. Ащепков определял бревно в качестве строительного модуля деревянных конструкций. Так, наиболее часто встречаются 14 венцов в высоту и 6 венцов до оконного проема. Имеются дома в 15 венцов – ул. Октябрьская, 18 (рис. 7), и Октябрьская, 40 (рис. 5), а также дом в 18 венцов на ул. Школьной, 20 (рис. 1). Высокая четырехскатная крыша «по-круглому», характерная для домов постройки начала XX в., являлась технически сложным решением, и это говорило о возможности и способности строителей такую крышу сделать. И сейчас вальмовые крыши вызывают одобрение и уважение к строителям того времени среди местных жителей (рис. 1–3).



Рис. 1. Общий вид дома по ул. Школьной, 20



Рис. 2. Общий вид дома по ул. Октябрьской, 37



Рис. 3. Общий вид дома по ул. Октябрьской, 41

Типичным для домов ценной застройки села является длина главного фасада – в 4 оси окон, при этом фактическая длина фасада разнится в пределах 1 м (7200, 7400, 7950, 8160 см). На этом фоне выделяется дом по ул. Октябрьской, 18, построенный в 7 осей окон по главному фасаду. Говоря про модульность, стоит отметить наиболее часто встречающийся диаметр бревна – в пределах 30 см.

Характерной чертой исторической застройки являются сени. «Часть избы с окнами заметно превалирует, вторая же часть сруба без окон – сени – как бы аккомпанирует простой массе жилой избы» [3, с. 38]. В ряде домов с. Яр сени выполнены, как и основной сруб, из бруса, могут быть частью сруба и находиться под крышей дома или иметь отдельную односкатную крышу. Также имеют место выполненные из теса сени по бревенчатому каркасу.

Ширина оконного полотна в пределах одного дома тоже может незначительно варьироваться (в пределах 1–2 см), что говорит о ручном производстве оконных рам. Встречаются сдвоенные окна. Некоторые дома еще сохранили оконные рамы с лучковой формой завершения. В оформлении наличников можно выделить несколько типичных элементов: барочные волюты с солярными элементами, растительный орнамент, геометрические формы – ромбы и элементы конной упряжи (рис. 4). Традиционно использование белого и голубого цветов, также встречается и зеленый цвет.



а



б



в



г

Рис. 4. Наличники жилых домов в с. Яр:

а – наличник дома по ул. Октябрьской, 18; б – наличник дома по ул. Струк, 32; в – наличник дома по ул. Береговой, 6; г – наличник дома по ул. Береговой, 11

Е. Ащепков также говорит о крытом дворе как типичной для Томской области разновидности крестьянских усадеб [Там же, с. 26–27], однако в с. Яр толь-

ко 4 домохозяйства из 214 (на 2018 г.) имеют крытый двор. Более распространенный вариант – организация хозяйственных помещений под одной крышей.

В селе существует традиция называть дома по фамилии хозяина домохозяйства. Дом по ул. Октябрьской, 40, – один из немногих сохранившихся в селе, в котором продолжает жить семья Мамизеровых. Настоящий дом в начале XX в. перестраивал Василий Федорович Мамизеров (отец владелицы), который работал механизатором в колхозе. Одноэтажный деревянный жилой дом, рубленный в «обло». Тип избы пятистенный, под вальмовой крышей, перекрытой в советский период асбестоцементными волнистыми листами (шифером). В высоту дом имеет 15 венцов. Для укрепления сруба была добавлена крестовая конструкция: по две балки снизу и сверху дома (рис. 5).



Рис. 5. Общий вид и окно дома по ул. Октябрьской, 40

Усадьба по линии застройки имеет позднее ограждение с воротами. Сбоку к главному фасаду примыкает поздняя хозяйственная постройка (из современных материалов), выполненная по типу крытого двора. Вход в дом осуществляется через крыльцо с западного фасада. Перед домом устроен палисадник. Глядя на такой дом, уместно процитировать: «Как Илья Муромец, богатырский дом крепок и бодр в своей основе, и, кажется, время не в силах сломить его вековую мощь» [3, с. 35].

Одноэтажный деревянный жилой дом по ул. Октябрьской, 18, расположен в центральной части села. На основе рассказов местных жителей известно, что этот и еще три дома по ул. Октябрьской 8, 16 и 24, строили четыре брата, что коррелирует с традицией выделять отдельные наделы взрослым сыновьям. Дом уникален для села – наиболее крупный исторический жилой домом – в 7 осей окон по главному фасаду. Тип сруба – крестовый, рубленный в «обло», в высоту составляющий 15 венцов. Крыша четырехскатная, вальмовая, покрыта асбестоцементными волнистыми листами (шифером). В архиве сохранилось изображение 1983 г. (рис. 6, 7).

Сруб дома разделен поперечной несущей стеной на два помещения, принадлежащие двум отдельным домохозяйствам в четыре и три окна по главному фасаду (рис. 8). Усадьба по линии застройки имеет поздние ворота и ограждение, боковые фасады с хозяйственными пристройками. Перед домом устроен палисадник. Входы в дом расположены с боковых фасадов через пристроенные тесовые сени по деревянному каркасу.



Рис. 6. Крестовый дом под четырехскатной крышей на ул. Октябрьской, 18. Фото М.М. Гарипова, 1983 г. из фондов ГАТО Ф. Р-1317 Оп. 3 Д. 8872



Рис. 7. Общий вид и окно дома по ул. Октябрьской, 18

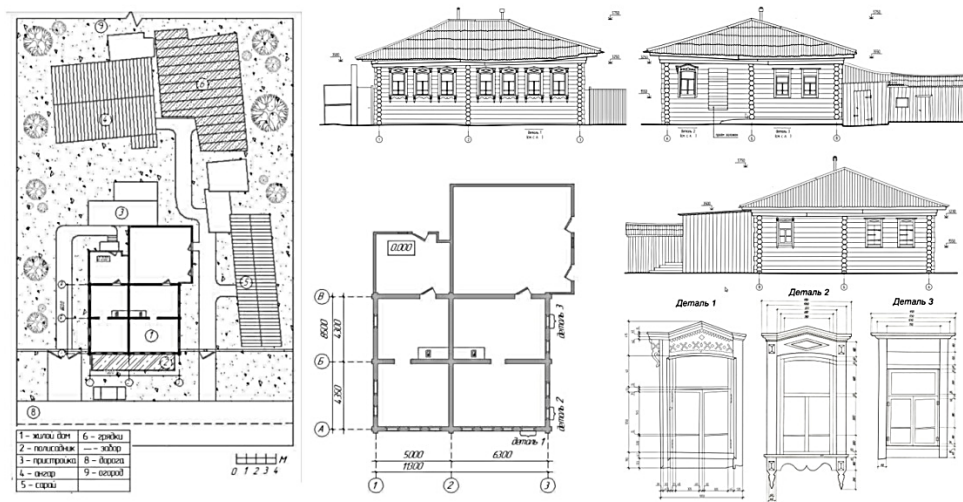


Рис. 8. Обмерные чертежи дома по ул. Октябрьской, 18

В процессе исследования были определены границы усадьбы и составлен план. На основе обмеров выполнены графические чертежи трех фасадов (рис. 8).

«Если в архитектуре сибирской избы нет ничего яркого и бросающегося в глаза, то в ней есть и другие, очень ценные качества. Скромность, конструктивная логика, художественная цельность, гармоническое сочетание построек с ландшафтом, простота и вместе с тем величественность сооружений позволяют говорить о сибирских избах, как об истинно художественных произведениях русского народа, свидетельствующих о его тонком понимании красоты» [2, с. 42–43].

Одноэтажный деревянный жилой дом по ул. Октябрьской, 31, возведен в конце XIX – начале XX в. (рис. 9, 10). Дом, по описанию жителей села, всегда немного был склонен к земле. Тип избы – пятистенок, рубленный в «обло». Крыша двускатная, покрыта асбестоцементными волнистыми листами (шифером). Фронтоны имеют тесовое покрытие карнизного свеса и неболь-

шие полукруглые вентиляционные отверстия. Дом расположен на высоком берегу р. Томи, имеет хороший панорамный вид.



Рис. 9. Южный и северный фасады и окна дома по ул. Октябрьской, 31

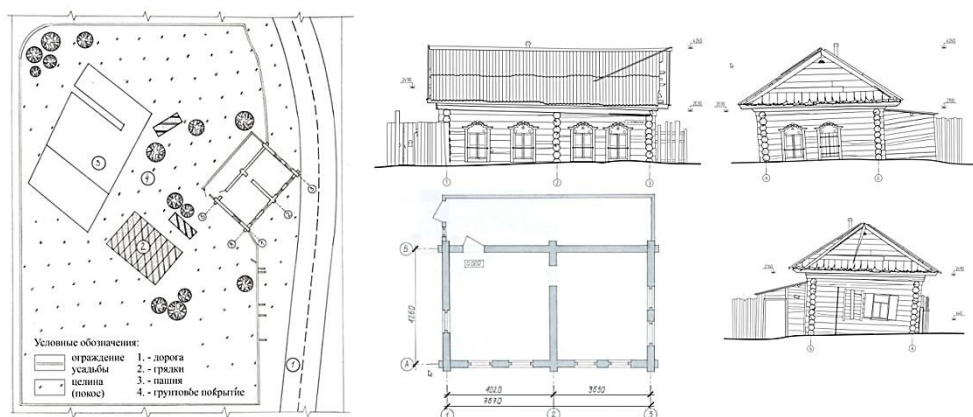


Рис. 10. Обмерные чертежи дома по ул. Октябрьской, 31

Усадьба расположена двумя фасадами к улице, с одной стороны имеются простые тесовые исторические ворота, с другой стороны примыкают холодные сени, переходящие в забор. Уличные фасады выполнены в два (торцевой) и четыре (продольный) окна. Вход в дом расположен со двора, через холодные сени под отдельной односкатной крышей.

Также Е. Ащепков отмечал умение первых поселенцев выбирать места для застройки не только удобные, но и красивые. Эстетический момент, несомненно, играл значительную роль в выборе места. «Многие деревни Западной Сибири, удачно расположившиеся на высоком берегу многоводной реки или уютно примостившиеся возле небольшой извилистой речки, очень привлекательны и живописны и подкупают прекрасно найденной композицией пейзажа» [3, с. 21]. Этому высказыванию полностью соответствует с. Яр (Ярское), расположенное около устья небольшой речки Северной, которая под острым углом огибает высокий каменистый яр. Поэтому это место и было выбрано для строительства здесь сторожевого острога.

В рамках исследования была проведена фотофиксация застройки села, как ценной, так и рядовой (рис. 11), а также определены точки ценного визуального восприятия (рис. 12, 13).



Рис. 11. Общий вид усадьбы по ул. Береговой, 6 (вверху), и дом по ул. Береговой, 4 (внизу)



Рис. 12. Виды с. Яр:

а – район моста через р. Северную; б – вид на воссоздаваемую церковь Введения во храм Пресвятой Богородицы



Рис. 13. Вид с. Яр с высоты Школьной горы

В результате исследования большая часть домов была отнесена к рядовой и нейтральной застройке. Были выделены объекты ценной современной

застройки и нейтральной застройки советского периода. Однако ряд объектов недвижимости с датой постройки начиная с 2010-х гг. были отнесены к дисгармоничным на основании объемно-планировочного решения каркаса зданий или формы кровли, а также примененных материалов или колористического решения. Нередко именно эстетическое восприятие собственников способно поддержать и сохранить ценный объект (рис. 14) или же утратить их безвозвратно (рис. 15) в результате ремонта или полного сноса вследствие смены собственника.



Рис. 14. Общий вид жилого дома по ул. Октябрьской, 49



Рис. 15. Сохранившаяся часть фасада и ворот после смены собственника по ул. Октябрьской, 24

Предваряющим этапом натурных обмеров было создание набросков и зарисовок исторической застройки с. Яр (рис. 16).



Рис. 16. Зарисовки исторической застройки с. Яр. Выполнены студентами 1-го курса архитектурного факультета ТГАСУ летом 2021 г.

Выводы

Для сохранения малых населенных пунктов важно их изучение, потому что темпы утраты деревянных объектов и комплексов домохозяйств очень быстры. При меняющихся технологиях строительства, стоимости материалов и характера эксплуатации жилых объектов деревянное домостроение может перейти в разряд элитного с точки зрения эксплуатации и музейного с точки зрения изучения. Поэтому сейчас важно зафиксировать и сохранить, пусть даже в фотографиях и набросках, сохранившиеся ценные элементы, объекты, традиции как материал для дальнейшего изучения и как базу для развития села.

В рамках исследования для изучения застройки села привлекались студенты, что стоит рассматривать как положительную практику, потому что позволяет молодым специалистам наглядно познакомиться с реальными объектами деревянного зодчества.

Село Яр расположено на высоком речном берегу, что и дало название поселению, окружено реликтовым кедром. Создается впечатление, что именно про Яр Е. Ащепков писал: «Органическая связь с природой, вращение поселений в окружающую обстановку свойственны деревням Западной Сибири, особенно там, где декоративные вековые кедровники, сами по себе очень красивые, живописно оформляют разбросанные по берегам прихотливых речушек деревни» [3, с. 21]. Примечательные условия ландшафта вкупе с исторической застройкой села создают благоприятную среду для жизни и развития поселения в настоящее время. Возможные векторы развития – музеефикация и туризм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бойко В.П., Ситникова Е.В., Шагов Н.В. и др. Архитектура городов Томской губернии и сибирское купечество (XVII – начало XX века): Томск, Бийск, Барнаул, Кузнецк, Колывань, Камень-на-Оби, Нарым, Мариинск, Новониколаевск / под ред. В.П. Бойко. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2011.
2. Ащепков Е.А. Русское народное зодчество в Восточной Сибири. Москва : Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1953. 277 с.
3. Ащепков Е.А. Русское народное зодчество в Западной Сибири. Москва : Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1953. 277 с.
4. Грабарь И.Э. О русской архитектуре. Москва : Наука, 1969. 423 с.
5. Ополовников А.В. Музеи деревянного зодчества. Москва : Издание литературы по строительству, 1968. 117 с.
6. Романова Л.С. Исчезающее своеобразие (на примере исторического поселения Томска) // Научный диалог. 2012. № 4. С. 225–236.
7. Романова Л.С. Историко-культурное наследие и развитие исторического поселения город Томск // Academia. Архитектура и строительства. 2019. № 3. С. 70–77.
8. Ситникова Е.В., Жусеева Е.С. Деревянные ворота в усадебной застройке Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1. С. 50–59.
9. Чехов А.П. Из Сибири. Остров Сахалин. Москва : АСТ : Астрель : Полиграфиздат, 2011. 412 с.
10. Ушаков Ю.С. Деревянное зодчество русского севера (народные традиции и современные проблемы). Ленинград : Знание, 1974. 32 с.
11. Шагов Н.В., Крюкова Ю.Е. Эволюция оконного проема деревянного городского жилища Сибири (XVII – нач. XX в.) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 3. С. 88–96.

REFERENCES

1. Boyko V.P. (Ed.), Sitnikova E.V., Shagov N.V., et al. Arkhitektura gorodov Tomskoi gubernii i sibirskoe kupechestvo (XVII – nachalo XX veka): Tomsk, Biisk, Barnaul, Kuznetsk, Kolyvan', Kamen'-na-Obi, Narym, Mariinsk, Novonikolaevsk [Architecture of the Tomsk region and Siberian merchants (17th and early 20th centuries): Tomsk, Biysk, Barnaul, Kuznetsk, Kolyvan, Kamen-na-Obi, Narym, Mariinsk, Novonikolaevsk]. Tomsk: TSUAB, 2011. (rus)
2. Ashchepkov E.A. Russkoe narodnoe zodchestvo v Vostochnoi Sibiri [Russian folk architecture in Eastern Siberia]. Moscow, 1953, 277 p. (rus)
3. Ashchepkov E.A. Russkoe narodnoe zodchestvo v Zapadnoi Sibiri [Russian folk architecture in West Siberia]. Moscow, 1953, 277 p. (rus)
4. Grabar I.E. O russkoi arkhitekture [About Russian architecture]. Moscow: Nauka, 1969. 423 p. (rus)
5. Opolovnikov A.V. Muzei derevyannogo zodchestva [Wooden architecture museums]. Moscow, 1968. 117 p. (rus)
6. Romanova L.S. Ischezayushchee svoeobrazie (na primere istoricheskogo poseleniya Tomsk) [Disappearing originality (historical settlement of Tomsk)]. *Nauchnyi dialog*. 2012. No. 4. Pp. 225–236. (rus)
7. Romanova L.S. Istoriko-kul'turnoe nasledie i razvitie istoricheskogo poseleniya gorod Tomsk [Historical and cultural heritage and development of historical settlement of Tomsk]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stva*. 2019. No. 3. Pp. 70–77. (rus)
8. Sitnikova E.V., Zhuzeeva E.S. Derevyannye vorota v usadebnoi zastroi ke Sibiri [Wooden gates of mansion houses in Siberia]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017. No. 1. Pp. 50–59. (rus)
9. Chekhov A.P. Iz Sibiri. Ostrov Sakhalin. [From Siberia. Sakhalin island]. Moscow: AST, Astrel', Poligrafizdat. 2011. 412 p. (rus)
10. Ushakov Yu.S. Derevyannoe zodchestvo russkogo severa (narodnye traditsii i sovremennye problemy). [Wooden architecture of the Russian North: Folk traditions and modern problems]. Leningrad: Znanie 1974. 32p. (rus)
11. Shagov N.V., Kryukova Yu.E. Evolyutsiya okonnogo proema derevyannogo gorodskogo zhilishcha Sibiri (XVII – nach. XX v.) [Evolution of window area in town wooden houses of SIBERIA (17th – early 20th centuries)]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2013. No. 3 Pp. 88–96. (rus)

Сведения об авторах

Вереvkина Елена Дмитриевна, магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, verevkinae@mail.ru

Ситникова Елена Владимировна, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, elensi@vtomske.ru

Authors Details

Elena D. Verevkina, Graduate Student, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, verevkinae@mail.ru

Elena V. Sitnikova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, elensi@vtomske.ru

УДК 728.8/.9+72.035/.036

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-22-32

*Е.С. КАТАЛЕВСКАЯ, Е.В. СИТНИКОВА,**Томский государственный архитектурно-строительный университет*

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ УСАДЬБЫ НА УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО, 12, В Г. ТОМСКЕ

Исследование посвящено изучению одной из наиболее полно сохранившихся деревянных городских усадеб г. Томска конца XIX – начала XX столетия – усадьбы на ул. Дзержинского, 12. В ней помимо основного жилого дома сохранились две исторические постройки – каретник и служба. В статье рассматривается планировочная структура городской усадьбы, архитектурно-планировочные решения построек, степень их сохранности. Кроме этого, приведены примеры объемного и планировочного решений хозяйственных построек Томска, которые могут служить аналогами для восстановления исторических построек этой усадьбы. Актуальность исследования определяется проблемами сохранения целостных исторических городских усадеб Томска, в частности хозяйственных построек, которых в настоящее время осталось крайне мало.

Новизна исследования заключается в проведенном комплексном научном анализе одной из наиболее полно сохранившихся деревянных усадеб конца XIX – начала XX столетия, расположенной на ул. Дзержинского, 12, в г. Томске.

Статья базируется на изучении архивных материалов, проведенных авторами натурных исследований, материалах ранее выполненных проектных исследований в рамках выпускных квалификационных работ на кафедре реставрации и реконструкции архитектурного наследия ТГАСУ.

В результате проведенного исследования определена значимость усадебной застройки в сохранении индивидуального историко-культурного облика исторического города. Предложены варианты использования усадьбы на ул. Дзержинского, 12, в г. Томске под актуальные функции в условиях современного города.

Ключевые слова: деревянная архитектура; городская усадьба; историко-культурное наследие; Томск; сохранение наследия.

Для цитирования: Каталевская Е.С., Ситникова Е.В. Комплексные исследования городской усадьбы на ул. Дзержинского, 12, в г. Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 22–32.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-22-32

*E.S. KATALEVSKAYA, E.V. SITNIKOVA,**Tomsk State University of Architecture and Building*

OVERALL STUDY OF MANSION AT DZERZHINSKII STREET IN TOMSK

The paper studies one of the preserved wooden mansions in Tomsk relating to the 19th and early 20th centuries, the manor at 12, Dzerzhinskii street. In addition to the main residential building, coach and service houses are preserved. The paper describes the planning structure of the mansion, architecture, and preservation degree. In addition, there are given examples of volumetric and planning solutions of Tomsk household buildings, which can serve as analogues for the restoration of historical buildings of the mansion. There are very few preserved holistic historical mansions in Tomsk.

The originality of this research lies in the comprehensive scientific analysis of one of the completely preserved wooden mansions of the 19th and early 20th centuries at 12, Dzerzhinskii street in Tomsk.

Research is based on the archival documents, materials of previously completed design studies carried out at the university Department of Restoration and Reconstruction of the Architectural Heritage. The mansion significance and the cultural image of Tomsk are determined herein. The different functional use of the mansion is proposed.

The article is based on the study of archival materials carried out by the authors of field studies, materials of previously completed design studies carried out as part of the final qualification work at the Department of Restoration and Reconstruction of the Architectural Heritage of TSUAB.

As a result of the study, the significance of the estate development in preserving the individual historical and cultural appearance of the historical city was determined. Variants of the use of the estate on the street. Dzerzhinsky, 12 in Tomsk for actual functions in a modern city.

Keywords: wooden architecture; mansion; historical and cultural heritage; Tomsk; preservation.

For citation: Katalevskaya E.S., Sitnikova E.V. Kompleksnye issledovaniya gorodskoi usad'by na ul. Dzerzhinskogo, 12, v g. Tomske [Overall study of mansion at Dzerzhinskii street in Tomsk]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 22–32.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-22-32

Формирование архитектурно-художественного облика г. Томска складывалось веками, и каждый период накладывал свой отпечаток на планировочную структуру города. На сегодняшний день здесь сохранились отдельные целостные фрагменты исторической деревянной застройки, находящиеся в разных районах города [1]. С XIX по начало XX в. основным пространственным и планировочным модулем исторического центра Томска являлась усадьба. Однако целиком сохранившихся усадеб с надворными постройками осталось крайне мало [2]. Следует отметить, что современным обществом часто недооценивается слой деревянной архитектуры. Жилые деревянные постройки как архитектурная среда не сохраняются по причине неправильной эксплуатации, неравномерности градостроительного решения при регенерации и реконструкции. В настоящее время деревянные хозяйственные постройки Томска практически уничтожены. В связи с этим необходимы комплексные научные исследования для выявления, фиксации, разработки охранных мероприятий и выполнения проектов реставрации сохранившихся фрагментов хозяйственных построек и выполнения графических реконструкций для дальнейшего воссоздания полноценной историко-архитектурной среды исторического центра г. Томска.

Изучению деревянной архитектуры Томска посвящены труды Е.А. Ащепкова, А.М. Прибытковой-Фроловой, Н.В. Шагова, В.Г. Залесова, И.В. Куликовой, Л.С. Романовой, Е.В. Ситниковой, М.В. Мякишевой и других авторов.

Вопросы сохранения деревянной застройки Томска неоднократно рассматривались архитекторами Н.В. Шаговым, Л.С. Романовой, Е.В. Ситниковой и др.

Настоящее исследование посвящено изучению одной из наиболее полно сохранившихся деревянных городских усадеб г. Томска – усадьбы на ул. Дзержинского, 12. В ней помимо основного жилого дома сохранились две исторические постройки – конюшня и каретник.

Исследуемая усадьба расположена в историческом районе города Юрточная гора. Исторически улица называлась Преображенской, т. к. на ней нахо-

дилась Преображенская церковь, построенная в 1868 г. Общеизвестная горожанам ул. Дзержинского в прошлом входила в район под названием «Профессорская слободка», «Преображенская слобода» или «Сибирская слобода». Слобода ограничивалась современными улицами: Красноармейской, Гоголя, Дзержинского, а также переулком Нечевского и проспектом Кирова [8].

Усадьба на ул. Дзержинского, 12, имеет статус объекта культурного наследия регионального значения, располагается в охранной зоне ОЗР 3-48 (проект зон охраны ОКН, ОАО СИ «Сибспецпроектреставрация», 2012 г.) на территории достопримечательного места «Преображенская – профессорская слобода».

В результате проведенных историко-архивных и библиографических исследований установлено, что в конце XIX в. усадьба принадлежала служащему – горному технику Иванову Александру Степановичу, после смерти которого усадьба перешла по наследству его жене Ивановой Анастасии Николаевне и дочери Васильевой Марии Александровне. Дом являлся доходным.

3 октября 1929 г. половина усадьбы с флигелем была продана.

10 июня 1930 г. следующие строения: двухэтажный деревянный дом (2 квартиры, 10 комнат), флигель (1 комната), амбар, конюшня, два навеса – были сданы в наем Черновой Александре Дмитриевне и Королеву Ивану Петровичу (ГАТО Ф. Р-1860. Оп. 3. Д. 1890).

В настоящее время в жилом доме располагается шесть квартир (по три на каждом этаже). Исторические хозяйственные постройки не используются, т. к. находятся в аварийном состоянии (рис. 4, 5).

Все здания, входящие в состав усадьбы, выполнены в эклектике, в традиционной для Томска манере. Жилой дом построен по типу доходного дома, расположенного продольным фасадом в 7 осей окон вдоль ул. Дзержинского с парадным входом с улицы (рис. 1). Входы в дом осуществляются через прируб, находящийся под единой вальмовой крышей. Сени разделены на два блока. Крыша имеет одно слуховое окно со двора, с главного фасада – утрачено. Окна дома с резными, традиционными для Томска наличниками, первого этажа – со ставнями. Карниз дополнен подзорами с пропиленной резьбой. Со стороны главного и дворового фасадов имеются крыльца. Акцентом на главном фасаде является крыльцо с навесом сложной формы на фигурных кронштейнах, переходящих в ограждение (рис. 2, 3). Усиливают внимание к входной группе и тройные окна, расположенные с правой стороны от входа. Помимо дома на территории усадьбы располагаются исторические хозяйственные постройки – конюшня и каретник, сохранившиеся до настоящего времени и представляющие особый интерес (рис. 4, 5).

Поскольку вплоть до начала XX в. основным видом транспорта были лошади с экипажами, редкая усадьба обходилась без конюшни и каретника. Их возводили как в одном архитектурном объеме, объединяя навесом и образуя таким образом многочастное устройство службы, так и как отдельные постройки. Размер конюшен зависел от количества содержащихся в усадьбе лошадей. При конюшне с небольшим количеством лошадей высоту здания ограничивали 7 аршинами (~ 5 м), при конюшнях с более значительным числом лошадей высоту их доводили до 9 аршин (~ 6,5 м). Традиционно в усадьбе содержалось от одной до трех лошадей, большее количество было только

у владельцев, занимающихся извозом. По планировочному решению конюшни и каретники были одночастные на одну лошадь, одночастные на несколько лошадей и многочастные. По объемно-планировочным решениям чаще всего одноэтажные, полуторазтажные и двухэтажные. Верхние или чердачные помещения конюшен использовали под сеновал, откуда удобно было сбрасывать сено вниз лошадям [2].



Рис. 1. Общий вид дома по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске. Фото П.Н. Коханенко, 1960-е гг.



Рис. 2. Фрагмент усадьбы с главным входом по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске. Фото П.Н. Коханенко, 1960-е гг.



Рис. 3. Крыльцо жилого дома по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске. Фото Е.С. Коталевской, 2021 г.

Службы имели преимущественно функцию хранения и включали: амбары, погреба, ледники, завозни, кладовые, сараи. Такие постройки располагали «на глазах», т. е. чтобы из окон дома можно было наблюдать за сохранностью имущества, находившегося в них. Большой ценностью считались лошади, поэтому такой же способ размещения касался и конюшен. А вот огород, помещения для скота, бани, прачечные строили на самом отдаленном от жилого дома месте. Огород и территорию, выделенную под скотоводство, часто даже отделяли забором.

Кухни, ледники и погреба размещали ближе к дому, в зоне быстрой доступности, т. к. этими помещениями пользовались постоянно. Согласно требованиям пожарной безопасности, кухню размещали хоть и недалеко от дома, но на регламентированном расстоянии (не менее ~ 10 м) [5].

Архитектурно-планировочные решения усадебных надворных построек зависели не только от их функционального назначения, но и обуславливались размерами участка, потребностями хозяина, родом его деятельности.

Одноэтажная деревянная хозяйственная постройка, выходящая торцом на красную линию застройки усадьбы по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске, изначально выполняла функцию каретника (рис. 4). В настоящее время не эксплуатируется.



Рис. 4. Фрагмент каретника из усадьбы по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске. Фото Е.С. Каталевской, 2021 г.

Планировочное решение – двухчастная одноэтажная постройка пяти-стенки 11,80×5,30 м, второй этаж совмещен с чердачным пространством. Крыша односкатная, уклон в сторону юго-восточного фасада. Перекрытия устроены по деревянным балкам, обрешетка – деревянные доски. Высота сооружения – 5 м. Стены бревенчатые (однорезка), с угловыми соединениями «в обло», бревна сплочены между собой чашей с нижней выемкой, без об-

шивки. Диаметр бревен в среднем – 28 см. На первом этаже юго-восточного фасада – два дверных проема с одностворчатой дверью и двухстворчатыми воротами. Над ними, по центральным осям, – дверцы чердачного пространства, имеющие завершение в виде фронтончиков, украшенных резьбой. Крыша практически полностью утрачена. Все двери подлинные. На юго-восточном фасаде имеются два волоковых оконца. Из-за значительного роста культурного слоя земли изменились пропорции постройки, отмостка отсутствует. Отвод воды не организован. Происходит намокание древесины. Из-за аварийного состояния конструкции стропильной системы и самой кровли наблюдаются обширные зоны намокания и гнили всех конструкций [7].

В ходе эксплуатации постройка получила поздние малоценные наслоения:

- покрытие кровли шифером;
- многочисленные участки покраски бревен на всех фасадах;
- прибитые доски на срубе юго-восточного, северо-западного фасадов;
- вбитые гвозди на северо-восточном фасаде;

На основании проведенного визуального обследования можно сделать вывод, что общее состояние аварийное.

Вторая сохранившаяся хозяйственная постройка – деревянная двухэтажная служба с навесом (рис. 5).



Рис. 5. Фрагмент сохранившейся хозяйственной постройки (служба с навесом) по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске. Фото Е.С. Каталевской, 2021 г.

Планировочное решение – трехчастная двухэтажная постройка 16,10×8,10 м, высота – 6 м. Стены бревенчатые, с соединениями «в обло», бревна сплочены между собой с чашей с нижней выемкой, без обшивки. Диаметр бревен – в среднем 28 см. На первом этаже юго-восточного фасада – три двери для повозок. По обеим сторонам от центральных ворот – по одному

входу поменьше. На втором этаже устроены три одностворчатые двери (центральная утрачена). Заполнение правого проема утрачено. На юго-западном и северо-восточном фасадах на уровне чердачного пространства расположены волоковые оконца. Из-за значительного роста культурного слоя земли изменились пропорции постройки, отмостка отсутствует. Отвод воды не организован. Происходит намокание древесины. Внутреннее пространство захлавлено, большая часть внутренних стен сгнила, кровля сохранилась только над 1/3 постройки, протекает, выявлены обширные зоны намокания и гниения всех конструкций. Крыша двухскатная. Навес утрачен.

В ходе эксплуатации постройка получила поздние малоценные наслоения:

- покрытие кровли шифером;
 - многочисленные участки окраски бревен на всех фасадах;
 - прибитые доски на срубе юго-восточного, северо-восточного и северо-западного фасадов;
 - вбитые гвозди на юго-западном фасаде;
 - позднее дополнение двери и ворот в правой части юго-восточного фасада.
- Общее состояние постройки аварийное.

Традиционно зонирование территории усадьбы осуществлялось по единой схеме: ядро – двор – огород [4]. Каждая из этих частей имела конкретное содержание и могла существовать самостоятельно. Вместе с тем изменение какой-либо одной части обязательно оказывало влияние на изменение всех других. Двор, связанный с хозяйственно-бытовой деятельностью, являлся наиболее изменяемой частью [3].

В результате анализа городских усадеб г. Томска по материалам ГАТО, проведенного М.В. Мякишевой и Е.В. Ситниковой в 2006–2008 гг., усадебные участки были поделены по занимаемой ими площади на 4 категории: малые – до 10 соток (219,78 кв. саж.); средние – до 20 соток (439,56 кв. саж.); большие – до 30 соток (659,34 кв. саж.) и крупные – свыше 30 соток [2].

В городской усадьбе хозяйственные постройки традиционно размещали по периметру участка. Расстояния между постройками как на усадьбе, так и относительно застройки соседних усадеб регламентировались правилами пожарной безопасности, особенно важно было их соблюдать при возведении деревянных сооружений. Если деревянные постройки соседних усадеб располагались на недопустимо близком расстоянии, между ними обязательно устраивалась брандмауэрная стена или вовсе постройку запрещали к возведению. Городская застройка регулировалась Уставом строительным 1857 г., согласно которому за строительством должны были следить специальные комиссии. После принятия Городового положения 1870 г. наблюдение за строительством предоставлялось городским общественным управлениям (городским думам и управам) «при содействии полиции» [6].

Усадьбу по ул. Дзержинского, 12, можно отнести к средним участкам, владельцами которых были небогатые слои населения города, в данном случае – служащие. По плану усадьбы на 1932 г. видно, что хозяйственные постройки сосредоточены по границе участка. Каретник (лит. D) и двухэтажная служба с навесом (лит. C) соединены в единый комплекс ещё одним навесом на столбах (лит. E) (рис. 6).

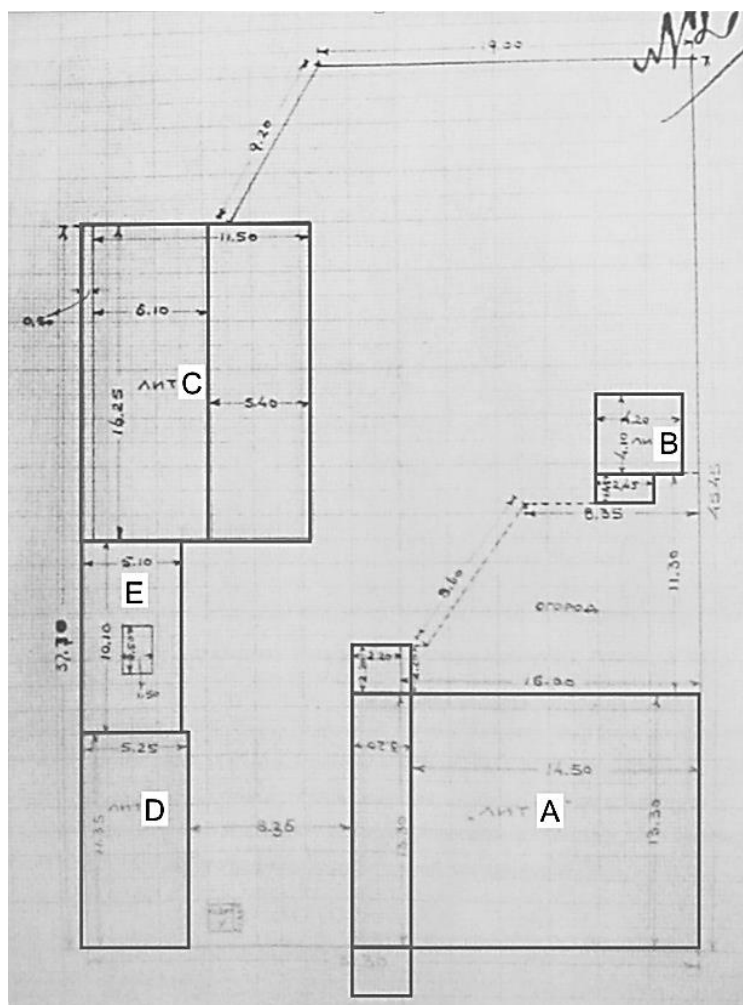


Рис. 6. План усадьбы по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске на 1932 г. ГАТО Ф. Р 1860. Оп. 5. Д. 1890. Л. 12:

А – жилой двухэтажный деревянный на каменном цоколе дом; С – деревянные двухэтажные службы с навесом; D – деревянный каретник; E – навес на столбах

Усадьбы в основном имели форму прямоугольника размером приблизительно 13 на 25 саженей, вытянутого в глубину квартала. Характерными чертами данного типа томских городских усадеб было расположение на территории участка по красной линии дома или флигеля. Площадь участка не позволяла сделать много отдельно стоящих надворных построек, поэтому часто они объединялись в службы под одной крышей. Так, в одном строении совмещали кладовые, погреба, амбары, конюшни, а самой распространенной постройкой был навес. Таких многофункциональных сооружений могло быть несколько на территории двора. Как пример можно привести архивные проектные чертежи подобных построек для усадьбы мещанки М.Б. Кузнецовой на ул. Духовской в г. Томске (рис. 7).

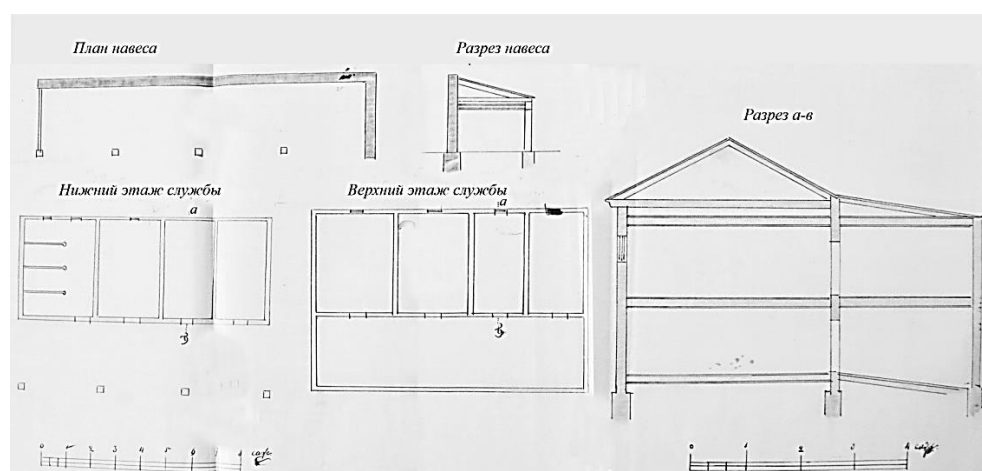


Рис. 7. Архивные проектные чертежи хозяйственных построек. Материалы дела Томской городской управы «По заявлению жены иркутского мещанина М.Д. Кузнецовой об утверждении плана двухэтажных служб и навеса с брандмауэром по ул. Духовской». ГАТО Ф. 233. Оп. 4. Д. 264

Представленная постройка имеет четырёхчастную планировочную структуру как нижнего, так и верхнего этажа. У каждой ячейки есть отдельный вход, расположенный под навесом. Крайняя более широкая ячейка нижнего этажа службы предназначена для конюшни на 4 стойла (рис. 7). Общий вид подобной службы из усадьбы по пер. Нечевскому, 18, в г. Томске запечатлен на фото П.Н. Коханенко 60-х гг. XX в. (рис. 8).



Рис. 8. Двухэтажная служба с навесом из усадьбы по пер. Нечевскому в г. Томске. Фото П.Н. Коханенко, 1960-е гг.

Рассмотренные примеры могут служить аналогами для восстановления исторических хозяйственных построек усадьбы по ул. Дзержинского, 12, в г. Томске.

Сохранившиеся хозяйственные постройки на территории усадьбы – это редкое явление для Томска. Для целостного восприятия историко-культурной застройки города необходимо сохранять и реставрировать все исторические элементы усадьбы. В своей дипломной работе Т.Ю. Окунева предлагает приспособить усадьбу под музейный комплекс (музей извоза). Для этого хорошо подходит планировочная структура объекта культурного наследия [7]. Также сейчас широко практикуется приспособление исторических объектов под мини-гостиницы. При таком приспособлении хозяйственные постройки можно использовать в летний период времени под летнюю кухню, со столиками для приема пищи посетителей гостиницы под навесом. Постояльцы гостиницы смогут проводить время на свежем воздухе, наслаждаясь атмосферой исторического центра города Томска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жузева Е.С., Ситникова Е.В. Деревянные ворота в усадебной застройке Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (60). С. 50–59.
2. Мякишева М.В., Ситникова Е.В. Хозяйственные постройки в структуре усадьбы в городе Томске второй половины XIX – начала XX века (по архивным и иконографическим материалам) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 1 (22). С. 64–74.
3. Савельев М.В., Крюкова Ю.Е., Шагов Н.В. Ретроспектива городской усадьбы Сибири (XVII – начало XX в.) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 3 (36). С. 54–64.
4. Савельев М.В., Мякишева М.В., Шагов Н.В. Формирование городской усадьбы исторических городов Среднего Приобья (Томск, Нарым, Колывань) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 1 (30). С. 91–99.
5. Ситникова Е.В., Мякишева М.В. Проблемы сохранения исторических хозяйственных построек в г. Томске // Региональные архитектурно-художественные школы. 2016. № 1. С. 348–354.
6. Оглы Б.И. Строительство городов Сибири. Ленинград : Стройиздат. Ленинград. отд-ние, 1980. 272 с.
7. Окунева Т.Ю. Дипломный проект «Проект реставрации усадьбы на ул. Дзержинского, 12, в г. Томске» // Материалы архива кафедры РИПАН ТГАСУ. Томск, 2016.
8. «Профессорская слобода»: история, люди, события. URL: <http://tomsk-story.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%B0-%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D0%BB%D1%D0%B4/>

REFERENCES

1. Zhuzeeva E.S., Sitnikova E.V. Derevyannye vorota v usadebnoi zastroyke Sibiri [Wooden gates of mansion houses in Siberia]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017. No. 1 (60). Pp. 50–59. (rus)
2. Myakisheva M.V., Sitnikova E.V. Khozyaystvennyye postroyki v strukture usad'by v gorode Tomске второй половины XIX – nachala XX veka (po arkhivnym i ikonograficheskim materialam) [Outbuildings in Tomsk manor house in the 19th and early 20th centuries (based on ar-

- chival and iconographic documents)]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2009. No. 1 (22). Pp. 64–74. (rus)
3. Saveliev M.V., Kryukova Yu.E., Shagov N.V. Retrospektiva gorodskoy usad'by Sibiri (XVII – nachalo XX v.) [A retrospective of Siberian mansions (17–20th centuries)]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2012. No. 3 (36). Pp. 54–64. (rus)
 4. Savelyev M.V., Myakisheva M.V., Shagov N.V. Formirovaniye gorodskoy usad'by istoricheskikh gorodov srednego priob'ya (Tomsk, Narym, Kolyvan') [Urban estates of historical towns in the Middle Ob (Tomsk, Narym, Kolyvan)]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2011. No. 1 (30). Pp. 91–99. (rus)
 5. Sitnikova E.V., Myakisheva M.V. Problemy sokhraneniya istoricheskikh khozyaystvennykh postroyek v g. Tomske [Problems of preserving historical outbuildings in Tomsk]. *Regional'nye arkhitekturno-khudozhestvennye shkoly*. 2016. No. 1. Pp. 348–354. (rus)
 6. Ogly B.I. Stroitel'stvo gorodov Sibiri [Construction of Siberian cities]. Leningrad: Stroyizdat. 1980. 272 p. (rus)
 7. Okuneva T.Yu. Diplomnyi proekt “Proekt restavratsii usad'by na ul. Dzerzhinskogo, 12, v g. Tomske”. In: Materialy arkhiva kafedry RiRAN TGASU [Mansion restoration project at 12, Dzerzhinskii Street, Tomsk]. Tomsk, 2016. (rus)
 8. Professorskaya Sloboda: istoriya, lyudi, sobytiya [Professor's Village: History, people, events]. Available: <http://tomsk-story.ru> (rus)

Сведения об авторах

Каталевская Екатерина Сергеевна, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ezhuzeeva@mail.ru

Ситникова Елена Владимировна, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, elensi@vtomske.ru

Authors Details

Ekaterina S. Katalenskaya, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, ezhuzeeva@mail.ru

Elena V. Sitnikova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, elensi@vtomske.ru

УДК 72.01

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-33-43

*А.Р. БОЧКАРЕВА, Е.Н. ЛИХАЧЕВ,
Новосибирский государственный университет архитектуры,
дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова*

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ МОДЕЛИ МЕДИАЦЕНТРОВ НА ПРИМЕРЕ МЕДИАТЕКИ

Медиаобъекты связывают пользователя, который вовлечен в процесс информационного обмена, с окружающей его городской средой. В XX в. произошло ускоренное развитие информационных технологий, что привело к возникновению новых типов медиаобъектов – медиацентров. К ним принадлежит широкий спектр объектов: медиатеки, современные музейные центры, офисы медийных фирм и т. д. Дальнейшее развитие архитектуры медиацентров требует поиска и анализа их проектных решений. В связи с этим становится актуальным анализ их функционально-планировочной структуры.

Целью настоящей работы является анализ группировки функционально-планировочных элементов медиацентров на примере медиатеки как наиболее распространенного и широкодоступного типа медицентров. Для этого была рассмотрена функциональная структура двадцати различных медиатек из зарубежной практики.

Основные результаты состоят в выявлении трех принципиальных функционально-планировочных моделей медиатек: *интегральной, встроеной и кластерной*, анализе их планировочных элементов, определении процентного соотношения площадей их функциональных зон.

Ключевые слова: медиатека; медиацентр; принципиальная модель; функционально-планировочная структура; медиацентр; медиаобъект.

Для цитирования: Бочкарева А.Р., Лихачев Е.Н. Функционально-планировочные модели медиацентров на примере медиатеки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 33–43. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-33-43

*A.R. BOCHKAREVA, E.N. LIKHACHEV,
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts*

FUNCTIONAL MODELS OF MEDIA CENTERS ON THE EXAMPLE OF MEDIA LIBRARIES

Media centers connect the user with the urban environment that surrounds him. In the 20th century, the development of information technologies resulted in the emergence of media centers. They include media libraries, modern museum centers, media companies. Further development of the media centers requires the analysis of their architecture.

The purpose of this work is to analyze the grouping of functional and planning elements of media centers on the example of a media library as the most common and widely available type of media centers. The functional structure of twenty different media libraries is examined based on the foreign experience.

Three functional and planning models of media libraries are proposed, namely: integrated, built-in and cluster. The analysis of their planning elements and functional zones is given herein.

Keywords: media library; media center; architectural model; functional structure; media core.

For citation: Bochkareva A.R., Likhachev E.N. Funktsional'no-planirovochnye modeli mediatsentrov na primere mediateki [Functional models of media centers on

the example of media libraries]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 33–43.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-33-43

Конец XX в. отмечен развитием и интеграцией новых типов информационных носителей (электронных, сетевых и цифровых) в структуру *медиаобъектов*, которые представляют собой архитектурные объекты, пространства которых служат для осуществления функционирования информационного обмена и реализации процесса социальной коммуникации [1]. Например, библиотеки, адаптируясь под актуальную социокультурную реальность, трансформировались в *медiateки*. Медiateки сохранили основные функции библиотек – аккумуляцию информационных ресурсов и предоставление доступа к ним, но при этом в них сформировалась высокотехнологичная многоуровневая документно-информационная среда. Библиотеки конца XX в. получили новые принципы и подходы к формированию их функционально-планировочной структуры. В рамках настоящей работы была рассмотрена функционально-планировочная организация двадцати различных медiateк (таблица).

1. Библиотека при кампусе Венского экономического университета (Zaha Hadid Architects)	Австрия	2013 г.
2. Медiateка в Коломбе (Brenac & Gonzalez & Associés)	Франция	2020 г.
3. Медиабиблиотека университета Даларны (ADEPT)	Швеция	2014 г.
4. Медиабиблиотека Монтобана (Colboc Franzen & Associés)	Франция	2005 г.
5. Медиабиблиотека в Тионвиле (Dominique Coulon & associés)	Франция	2016 г.
6. Библиотека центра Жоржа Помпиду (Ренцо Пиано, Ричард Джордж Роджерс и др.)	Франция	1977 г.
7. Медiateка Мон-де-Марсан (archi5)	Франция	2012 г.
8. Библиотека музея культуры Кадокава (Kengo Kuma)	Япония	2020 г.
9. Медиабиблиотека Сент-Пол (Peripheriques Architectes)	США	2015 г.
10. Библиотека Санта-Крус (Andrade Morettin Arquitetos Associados)	Бразилия	2020 г.
11. Школьная библиотека Стивенсона (Studio O+A)	США	2018 г.
12. Медiateка при Шанхайской международной школе Цинпу Пинхэ (OPEN Architecture)	Китай	2020 г.
13. Библиотечный комплекс Донгтай (ORIA)	Китай	2021 г.
14. Городская библиотека Насушибара (Mari Ito + UAo)	Япония	2020 г.
15. Медiateка в Ниме (Foster + Partners)	Франция	1993 г.
16. Библиотека Тяньцзинь Биньхай (MVRDV)	Китай	2017 г.
17. Центральная библиотека Хельсинки (ALA Architects)	Финляндия	2018 г.
18. Центральная библиотека Калгари (Snøhetta)	Канада	2018 г.
19. Медiateка Сендай (Toyo Ito & Associates Architects)	Япония	2001 г.
20. Медиабиблиотека и культурный центр в городе Лиссес (Barbotin + Gresham Architects).	Франция	2010 г.

Исследователь Д.В. Кулиш в своей работе «Архитектура медиа-центров» выделяет три основных блока в функционально-планировочной структуре медиатек: *медиаадро* – основные информационные функции, *блок сопутствующих функций* – функции, ориентированные на обслуживание центра, *блок привлеченных функций* – сторонние коммерческие функции. Функциональной основой служит медиаадро, которое включает элементы, обеспечивающие эффективную реализацию информационного обмена. Вокруг медиаадра группируются сопутствующие и привлеченные функции. Многофункциональные зоны, в которые включаются входные группы с вестибюлем, лаунж-зоны и рекреационные пространства, можно выделить в отдельный *связевой (интегральный)* блок, отвечающий за процессы социальной коммуникации и взаимодействие функциональных блоков между собой [2].

На рис. 1 приведена схема функционального зонирования медиатеки. Данная схема является базовой, т. к. конкретный набор функциональных зон, элементов, а также соотношение их площадей определяется индивидуально для каждого проекта медиатеки.

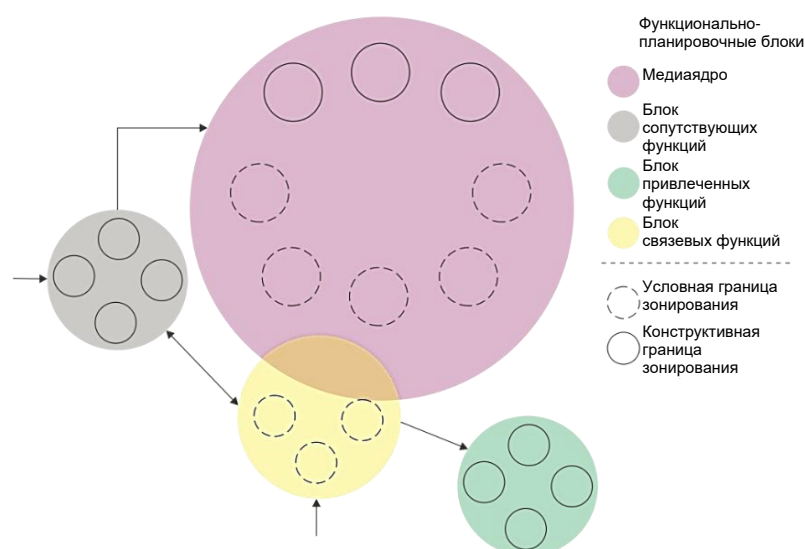


Рис. 1. Базовая схема функционального зонирования медиатеки

Анализ группировки функциональных блоков двадцати различных медиатек позволил определить три принципиальные функционально-планировочные модели.

1. Интегральная модель. Медиатека, запроектированная в контексте интегральной модели, представляет собой самодостаточный объект, размещающийся в структуре города. К данному типу принадлежат городские публичные библиотеки. Интегральная медиатека как открытый, широкодоступный информационный центр стремится решить в первую очередь социальные задачи, являясь городским символом и культурной доминантой. Она является проводником, ведущим диалог между пользователем и городом.

Для примера рассмотрим медиатеку, расположенную во французской коммуне Мон-де-Марсан (рис. 2).



Рис. 2. Медиатека Мон-де-Марсан (URL: <https://www.archdaily.com/478589/mont-de-marsan-mediatheque-archi5> (дата обращения: 20.11.2021))

Медиатека Мон-де-Марсан была спроектирована как культурная доминанта на территории бывшего военного плаца. При проектировании перед архитекторами была поставлена социальная задача: запроектировать здание медиатеки, символизирующее безбарьерную общедоступную среду для посетителей. Медиатека размещается на прямоугольной по форме площади Казармы Боске. Благоустройство площади выполнено в виде озелененного пространства, которое служит «подиумом», возвышая площадку с медиатекой на 3 м относительно окружающей застройки. В зоне «подиума» размещается автостоянка и блок технических помещений. В плане здание представляет собой квадрат габаритами 60×60 м: строгая форма символизирует уравновешенность, которая подчеркивается расположением системы угловых входов. Фасадная оболочка выполнена из стекла с геометрической разбивкой в виде ромбов со стороной 2,7 м. В темное время суток фасады подсвечиваются, отражая концепцию открытости и прозрачности. Прозрачные плоскости фасадов акцентируют широкую доступность информации, позволяя вовлечь зрителя, находящегося вне медиатеки, в процесс информационного обмена, происходящего в ней [3].

Функциональные элементы медиаядра медиатеки расположены на 1-м и 2-м этажах, которые соединены между собой пологим пандусом длиной 60 м. Пространство полностью открыто, неограничено и сосредоточено вокруг главного элемента – патио, имеющего сложную криволинейную форму в плане. Патио выполняет функцию читального зала и места отдыха, и именно благодаря ему медиатека обрела большую популярность у посетителей. В центральной зоне медиатеки размещается атриум. Пространство медиаядра практически лишено перегородок, функциональные зоны перетекают друг в друга и способны легко трансформироваться при необходимости [4]. На первом этаже также расположен зрительный зал на 200 мест для организации коллективных мероприятий, отделенный от остального пространства медиаядра перегородками, на втором – офисы, магазин (рис. 3).

На основе анализа группировки функциональных блоков медиатек, спроектированных в контексте интегральной модели, была составлена принципиальная схема. Принципиальная схема интегральной модели медиатеки приведена на рис. 4.

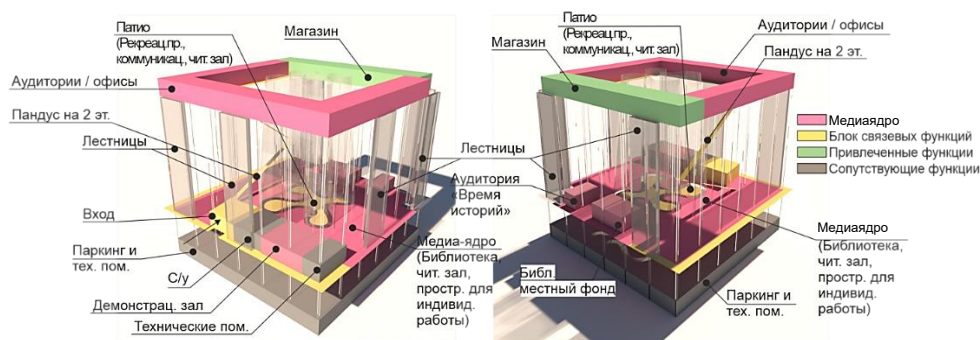


Рис. 3. Схема функционального зонирования медиатеки Мон-де-Марсан

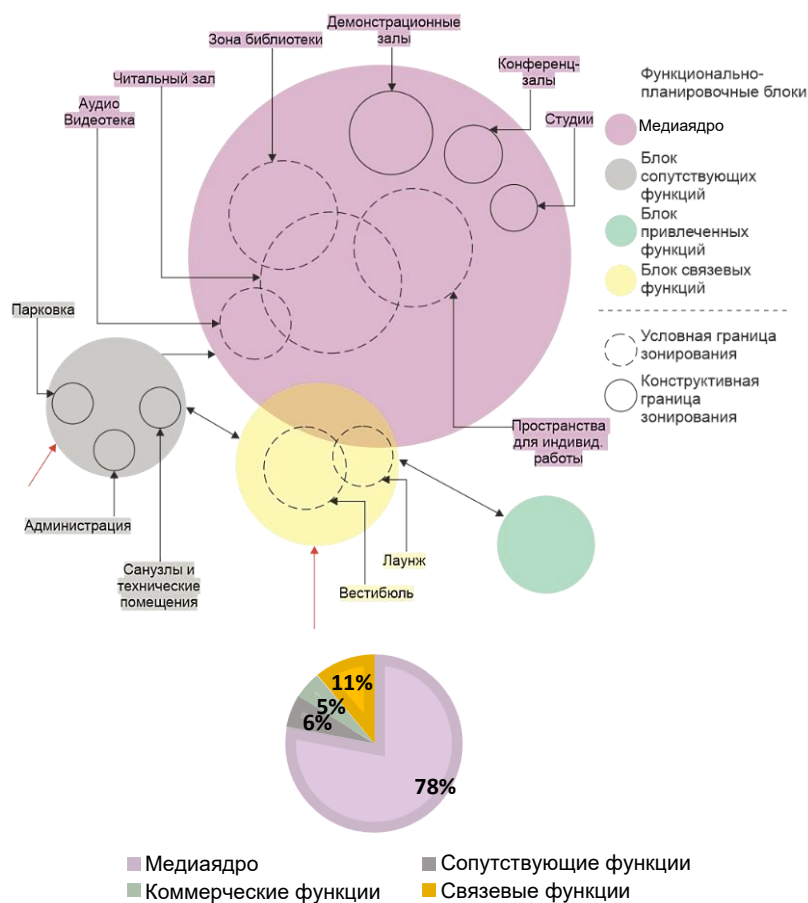


Рис. 4. Принципиальная схема интегральной модели

2. Встроенная модель. Встроенные медиатеки являются информационно-библиотечными центрами в составе группы более крупных объектов, например медиацентров. Медиатека «соседствует» с другими (одним или несколькими) медиаобъектами, которые в совокупности с медиатекой работают как единая

комплексная система. При этом они имеют общие технические и связевые функциональные зоны (холлы, входные группы, санузел). Распространенными вариантами включения медиатек в структуру медиацентров являются: встраивание медиатеки в структуру учебного центра (школы, университета) или интеграция медиатеки в состав культурно-выставочного комплекса.

В качестве примера рассмотрим медиабиблиотеку и культурный центр в г. Лиссес, Франция (архитекторы Barbotin + Gresham Architects) (рис. 5).



Рис. 5. Медиабиблиотека и культурный центр в г. Лиссес (URL: <https://www.archdaily.com/112856/media-library-and-cultural-centre-barbotin-gresham-architects> (дата обращения: 10.10.2021))

Функционально-планировочная структура данного медиацентра является результатом влияния ряда политических, социальных и технических факторов. Политико-культурной задачей, поставленной перед архитекторами, было разместить в одном здании два разных и в то же время взаимодополняющих друг друга объекта – библиотеку Колетт и культурный центр Жана Кокто. Аудитории, офисы для работы, медиатека, помещение культурного центра, конференц-зал позиционируются в здании как серия четко идентифицируемых жестких «масс» и ограничены конструктивными элементами – стенами. В свою очередь, внутри медиаядра медиатеки функциональные зоны открыты. Связевые пространства медиатеки содержат в своей структуре основные общественные пространства – зоны отдыха, пространства для небольших временных экспозиций. Библиотека соседствует с культурным центром, имея общие с ним входные зоны, а также пространства, относящиеся к техническим и связевым функциям (санузлы, технические помещения, вестибюль) [5]. За пределы медиатеки вынесены аудитории на 80 мест, которые являются общими элементами как для медиатеки, так и для культурного центра (рис. 6).

Принципиальная схема встроенной медиатеки приведена на рис. 7.

3. Кластерная модель. Данная модель предполагает включение медиатеки как самостоятельного объекта в структуру кластера – университетского или школьного кампуса, технопарка, рекреационного парка и т. п.

Медиатека в структуре кластера представляет собой самостоятельный многофункциональный библиотечный комплекс, содержащий в себе спектр функций медиадра, технического и связевого блоков. Кластерная медиатека не имеет широкой публичной доступности, как например, интегральная медиатека, ее деятельность направлена на обеспечение информационного обслуживания пользователей кластера.

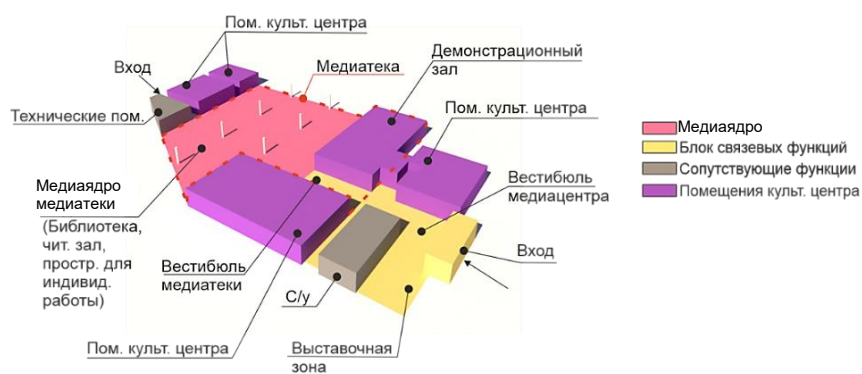


Рис. 6. Схема функционального зонирования медиабiblioteca и культурного центра в г. Лиссес

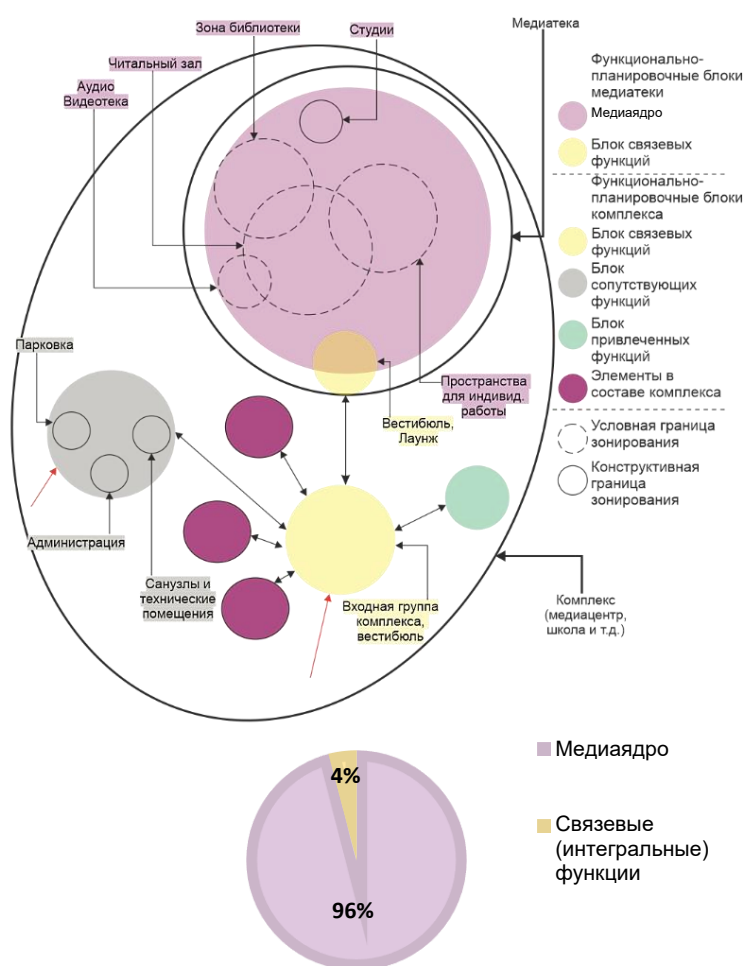


Рис. 7. Принципиальная схема встроенной модели

Для примера рассмотрим медиатеку кампуса университета Даларны в г. Фалун (Швеция). Медиатека является информационным мультимедийным комплексом, а также центром коммуникации, проведения студенческих встреч и мероприятий (рис. 8).



Рис. 8. Медиатека кампуса университета Даларны (URL: <https://www.archdaily.com/511535/dalarna-media-library-adept> (дата обращения: 25.11.2021))

Двухэтажное здание в плане запроектировано в форме практически правильного пятиугольника. Архитекторы, создавая объемное решение медиатеки, придерживались концепции того, что медиатека университетского кампуса – это «спираль знаний». Центральным элементом является атриум, внутри него размещаются открытые лестницы, подъем по которым осуществляется по спирали. Спираль начинается еще снаружи здания на площади, а заканчивается на уровне верхнего этажа. Вокруг атриума сосредоточена зона медиаядра, состоящая из открытой библиотеки, читального зала, пространств для коммуникации и индивидуальных занятий, на первом этаже находится небольшой амфитеатр. Пространства, размещающиеся вдоль наружных стен, являются приватными и разделены перегородками. В их состав входит блок технических помещений, аудитории для групповой и индивидуальной работы. Таким образом, «спираль знаний» создает разнообразную учебную среду, позволяющую студентам перемещаться в центральном пространстве библиотеки или уходить в более тихие и спокойные места вдоль фасада (рис. 9) [6].

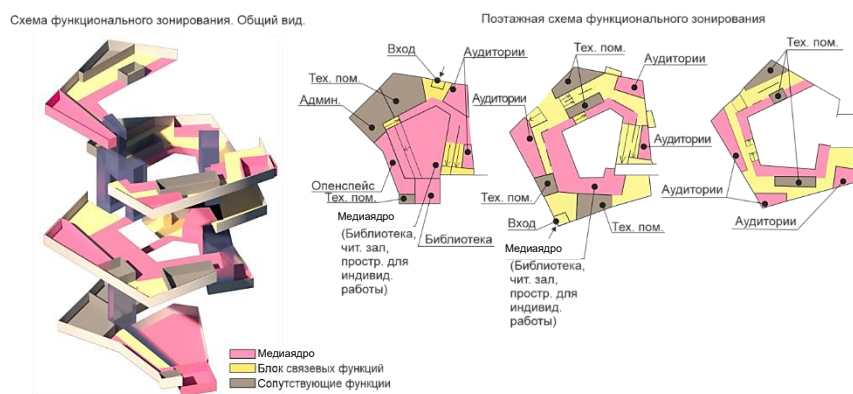


Рис. 9. Схема функционального зонирования медиатеки кампуса университета Даларны в г. Фалун

Принципиальная схема кластерной модели медиатеки приведена на рис. 10.

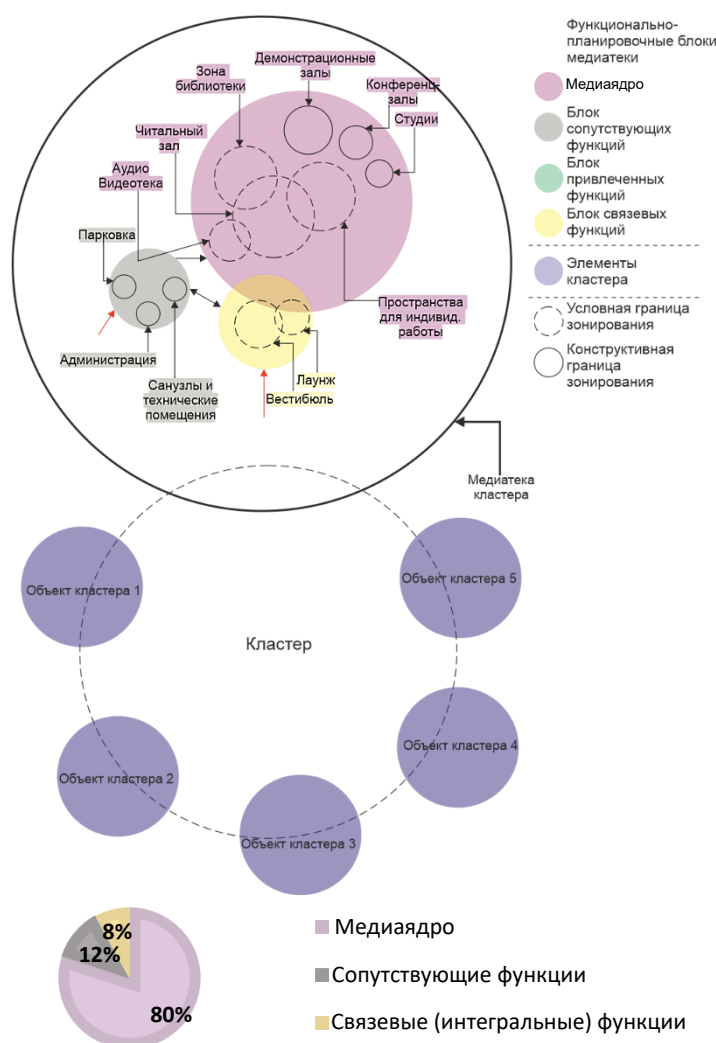


Рис. 10. Принципиальная схема кластерной модели

Таким образом, авторами были проанализированы 20 медиатек зарубежной практики.

Выводы

Являясь продуктом трансформации библиотек, медиатеки сохранили их основные функции хранения и передачи информации, которые вошли в структуру медиаадра в виде основных его функционально-планировочных элементов: библиотеки, включающей в себя зону хранения различных типов носителей информации, и пространств для взаимодействия пользователя с ними – читальные залы, пространства для индивидуальной работы.

В интегральной и кластерной моделях для расширения функций медиатек их медиаадро может содержать также и дополнительные элементы: студии для групповой работы, лаборатории и мастерские, демонстрационные и конференц-залы.

Встроенная модель медиатеки предполагает вынос дополнительных элементов медиаадра, блоков технических и сопутствующих функций за ее пределы в структуру комплекса, частью которого является медиатека.

Блоки технических и связевых функций являются неотъемлемым элементом всех трех выявленных моделей медиатек. Наличие блока привлеченных (коммерческих) функций актуально для интегральной модели.

Различные типы медиатек различаются между собой по структуре, техническим средствам, методам управления, способам хранения информационных образовательных ресурсов и другим параметрам. Конкретный набор функциональных зон и помещений в медиатеке зависит от направления ее деятельности, источников финансирования, наличия специалистов, социальных, градостроительных и прочих факторов.

Для интегральной модели характерны следующие показатели соотношения площадей функциональных блоков: медиаадро занимает 78 % от общей площади медиатеки, 6 % относится к сопутствующим функциям, 5 % отведено под коммерческие функции, 11 % занимает связевой блок.

В медиатеке, спроектированной согласно встроенной модели, медиаадро занимает 96 %, 4 % – связевые пространства. Технические и коммерческие функции вынесены за пределы медиатеки в структуру комплекса.

В кластерной модели функции медиаадра составляют 80 % площади, технический блок занимает 12 %, связевой блок – 8 %.

Важно отметить, что данные пропорциональные соотношения были определены на основе анализа 20 примеров медиатек зарубежной практики. Они являются усредненными и зависят от того, какие именно функциональные, социальные, культурные, градостроительные задачи решает медиатека и, соответственно, от наличия тех или иных функционально-планировочных элементов. Например, если на этажах, расположенных ниже отметки нуля, располагается паркинг, то это автоматически увеличивает площадь блока сопутствующих функций как минимум в два раза. Процентное соотношение между медиаадром и блоком связевых функций также может достаточно сильно варьироваться в различных примерах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочкарева А.Р., Лихачев Е.Н. Влияние технологий на развитие функционально-планировочных типов медиа-объектов последней четверти XX – начала XXI в. // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве : материалы IV Международной научно-практической конференции, 2–3 ноября 2021 г. Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный ун-т, 2021. С. 10.
2. Кулиш Д.В. Архитектура медиа-центров : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Москва : МАРХИ, 2006. 165 с.
3. Санько, О. Медиатека на плацу. URL: <http://www.archplatforma.ru/index.php?act=1&nwid=3297> (дата обращения: 15.06.2021).

4. *Mont de Marsan Mediatheque* // archi5. URL: https://www.archdaily.com/478589/mont-de-marsan-mediatheque-archi5?ad_source=search&ad_medium=search_result_all (дата обращения: 10.06.2021).
5. *Media Library and Cultural Centre* // Barbotin + Gresham Architects. URL: https://www.archdaily.com/112856/media-library-and-cultural-centre-barbotin-gresham-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_all (дата обращения: 20.06.2021).
6. *Dalarna Media Library* // ADEPT. URL: https://www.archdaily.com/511535/dalarna-media-library-adept?ad_source=search&ad_medium=search_result_all (дата обращения: 09.07.2021).

REFERENCES

1. *Bochkareva A.R., Likhachev E.N. Vliyanie tekhnologii na razvitie funktsional'no-planirovочnykh tipov media-ob"ektov poslednei chetverti XX – nachala XXI v. [Technology impact on the development of media facilities in the 20th and early 21st centuries]. In: Nove informatsionnye tekhnologii v arkhitekture i stroitel'stve: materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Proc. 4th Int. Sci. Conf. 'New Information Technologies in Architecture and Construction'). Ekaterinburg, 2021. P. 10. (rus)*
2. *Kulish D.V. Arkhitektura media-tsentrov: dis. kand. Arkhitektury [Media center architecture]. Moscow, 2006. 165 p. (rus)*
3. *San'ko O. Mediateka na platsu [Media library on training ground]. Available: www.archplatforma.ru/index.php?act=1&nwid=3297 (accessed June 15, 2021). (rus)*
4. *Mont de Marsan, Mediatheque. Available: www.archdaily.com/478589/mont-de-marsan-mediatheque-archi5?ad_source=search&ad_medium=search_result_all (accessed June 10, 2021).*
5. *Media Library and Cultural Centre. Available: https://www.archdaily.com/112856/media-library-and-cultural-centre-barbotin-gresham-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_all (accessed June 20, 2021).*
6. *Dalarna Media Library. Available: www.archdaily.com/511535/dalarna-media-library-adept?ad_source=search&ad_medium=search_result_all (accessed July 9, 2021).*

Сведения об авторах

Бочкарева Алина Рамильевна, аспирант, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, 630099, г. Новосибирск, Красный пр., 38, alishkart@gmail.com

Лихачев Евгений Николаевич, канд. архитектуры, заведующий кафедрой, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, 630099, г. Новосибирск, Красный пр., 38, lixachev@nsuada.ru

Authors Details

Alina R. Bochkareva, Research Assistant, Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, alishkart@gmail.com

Evgenii N. Likhachev, PhD, Head of Department, Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, lixachev@nsuada.ru

УДК 728.1

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-44-53

*И.В. СЛИМАК,
Алтайский государственный институт культуры,
Алтайский государственный политехнический университет
им. И.И. Ползунова*

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ АРХИТЕКТУРЫ ЭКОПОСЕЛЕНИЙ

Статья посвящена анализу способов гармонизации урбанистического строительства с природными условиями и естественным ландшафтом.

Актуальность данной статьи обусловлена усилением негативного воздействия глобальных технологических процессов на природу и истощение ее ресурсов, напрямую оказывающих влияние на среду обитания человека, его образ жизни, физическое и психологическое здоровье. В этой связи представляет научный интерес авторское видение и индивидуальный язык архитектора как особый творческий метод в создании архитектурного произведения, предназначенного для создания экопозитивной среды жизнедеятельности.

Основной целью статьи является анализ зарубежных и отечественных архитектурных концепций интеграции градостроительного проектирования с окружающей средой и на этой основе определение архитектурно-планировочных принципов и факторов формирования архитектурной структуры экопоселений как наиболее востребованных органических способов обеспечения здорового образа жизни и качественной жилой среды.

В рамках исследования определено, что экологические принципы в организации среды обитания человека формировались параллельно с развитием архитектуры жилища и концептуально видоизменялись в зависимости от исторических условий, потребностей социума, уровня развития науки и техники, а также личностных взглядов архитектора-творца, его миропонимания и мировосприятия, предлагавшего идеи архитектурно-художественных и строительных решений интеграции природы и жилища.

Выявлены основные тенденции повышения качества среды обитания человека с учетом его экологической безопасности и рационального природопользования. Сделан вывод, что в настоящее время формирование экопоселений выступает новой парадигмой обитания, требующей комплексных исследований по поиску рациональных архитектурно-строительных решений их формирования.

Ключевые слова: экопоселение; экологическая архитектура; архитектурные концепции; энергоэффективность; альтернативные источники энергии.

Для цитирования: Слика И.В. Концептуальные подходы к формированию архитектуры экопоселений // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 44–53.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-44-53

*I.V. SLIMAK,
Altai State Institute of Culture,
Polzunov Altai State Technical University*

CONCEPTUAL APPROACHES TO ECOVILLAGE ARCHITECTURE

Purpose: The analysis of Russian and foreign conceptual approaches to ecovillage architecture and identification of ecovillage architecture and planning principles as the most popular

ways to provide a healthy lifestyle and a high-quality living environment. **Approach:** The analysis of urban construction harmonization with natural conditions and landscape. **Research findings:** The ecological principles of the environment are developed together with the building architecture, that are conceptually modified depending on historical conditions, social needs, science and technology, author's worldview. The main tendencies of the quality improvement are identified for the living environment with respect to its safety and nature management. **Originality/value:** Due to the increased negative impact of global technological processes on the nature and the resource depletion affecting the human environment, lifestyle, physical and psychological health, the author's view on this problem is interesting for the creation of eco-friendly living environment. **Practical implications:** Ecovillages is a new paradigm of habitation, which require comprehensive research into an efficient architectural and construction solutions.

Keywords: ecovillage; ecological architecture; conceptual approach; energy efficiency; alternative energy sources.

For citation: Slimak I.V. Kontseptual'nye podkhody k formirovaniyu arkhitektury ekoposelenii [Conceptual approaches to ecovillage architecture]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 44–53.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-44-53

Введение

Стремительное развитие науки и техники оказывает прямое влияние на архитектурное творчество, активизируя архитекторов-новаторов к поискам новых концептуальных идей и идейно-образных архитектурных объектов, соответствующих своему назначению и способных преодолевать пространство и время. При этом в настоящее время в связи с усугубляющим негативным влиянием технологических факторов на среду обитания человека актуализируются проблемы интеграции градостроительных аспектов с природными условиями. Поиск решения проблемы гармонизации урбанистического строительства с природными условиями и естественным ландшафтом обуславливает актуальность данного исследования, в рамках которого наибольший интерес представляет авторское видение архитекторами способов и принципов создания экологической среды обитания человека. Поэтому основной целью настоящей статьи является анализ зарубежных и отечественных архитектурных концепций интеграции градостроительного проектирования с окружающей средой и на этой основе определение архитектурно-планировочных принципов и факторов формирования архитектурной структуры экопоселений, как наиболее востребованных органических способов обеспечения здорового образа жизни и качественной жилой среды.

К проблеме создания экожилища и формирования экопоселений в настоящее время обращаются многие ученые-архитекторы, такие как Д.А. Куликова, А.Н. Тетиора, А.Л. Гельфонд, анализирующие опыт проектных разработок в области урбоэкологии и формирования отдельных поселений в отдаленных регионах. Однако ученые отмечают недостаточность научных исследований в этой области и, соответственно, нерешенность проблемы гармонизации и интеграции архитектуры и природы.

В то же время многие ученые-исследователи отмечают отсутствие единства в становлении современной архитектуры, проявляющееся в совер-

шенно разным стилевом выражении. Вместе с тем в научных трудах подчеркивается преобладание в проектировании архитектурных объектов авторского видения и индивидуального языка архитектора как особого творческого метода в создании архитектурного произведения. Следовательно, авторская концепция является основой зарождения архитектурных образов и форм, определяющая целесообразность дальнейшей работы и выступающая важным этапом проектирования.

В словаре архитектора концепция определяется как «совокупность информационных материалов и оформленных требований, которые позволяют произвести оценку направления движения проекта и сформировать четкие требования к дальнейшему проектированию» [1, с. 54].

Т.Ю. Быстрова в своих научных трудах характеризует концепцию как «систему основополагающих взглядов, идей и принципов, общий замысел, т. е. комплекс методологических положений, определяющих подход к работе и организации ее проведения, способствующих разрешению проблем» [2, с. 31]. Ученый поясняет, что в структурное содержание концепции органично входит характеристика объекта проектирования, цель и задачи, основные принципы и основные направления деятельности, а также механизм ее реализации.

Поиски и выражение концептуального решения в любом виде искусства, в том числе и архитектуре, часто проявляются в авторском видении архитектурного творчества, обусловленного сформированным мировоззрением и мироощущением архитектора, его профессиональными знаниями, конкретной школой и многими другими факторами. «У каждого автора свой язык – своя “морфология”, своя “грамматика” и свой “синтаксис”» [3, с. 54].

При этом важно подчеркнуть, что социальная востребованность архитектурного творчества является одним из определяющих факторов его реализации и ориентирована на конкретного или потенциального потребителя. «Концепция реализуется в городском пространстве по различным взаимосвязанным направлениям: средовому, функциональному и образно-символическому» [4, с. 148].

Следовательно, необходим сравнительный ретроспективный анализ концептуальных архитектурных решений, позволяющий определить общий характер образов и форм объектов архитектуры. В рамках настоящего исследования для нас наибольший интерес представляют архитектурные концепции экопоселений, как наиболее востребованных органических способов обеспечения здорового образа жизни и качественной жилой среды.

Основная часть

Первые примеры концепций планировки поселений, связанных с гармонизацией строительных объектов с окружающей средой, уходят в глубь веков. Так, еще в трудах Витрувия Поллиона «Десять книг по архитектуре» (конец I в. до н. э.) даны советы по выбору места для строительства, обоснованы архитектурные принципы относительно сторон света и освещения многие другие важные факторы. Помимо этого, и сегодня в архитектуре и дизайне актуальны требования, им сформулированные, – это польза, красота и прочность (рис. 1).

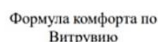


Рис. 1. Архитектурная концепция Витрувия

Важно подчеркнуть, что Витрувий обращал предельное внимание и на тесное взаимодействие строительного объекта с природными условиями, среди которых он выделял грамотный выбор места, наличие рядом природных водоемов и других экологических аспектов, способствующих успешному экономическому функционированию будущего поселения и удовлетворению потребностей человека. Эта архитектурная концепция и сегодня является актуальной и основополагающей в архитектурном творчестве.

К архитектурной концепции экопоселений ученые относят и идеи создания садов внутри системы города, предложенные Д. Рёскиным и У. Моррисом. По замыслу этих идеалистов-реформаторов, город должен быть окружен цветущими полями, при этом приносящими пользу как в качестве продуктов питания, так и эстетического наслаждения окружающей красотой. Эти идеи легли в основу архитектурной концепции города-сада, которую впоследствии разработал и реализовал Э. Говард (рис. 2).



Рис. 2. Взаимодействие концепций Э. Говарда и Д. Рёскина

Потребность в улучшении экологического равновесия в этот исторический период (XIX в.) была крайне необходимой и обусловлена стремительным

ростом и индустриализацией городов, вызвавших ухудшение условий жизни человека. Поэтому Э. Говард сконцентрировал внимание на идее архитектурной планировки поселения, объединяющей в себе элементы крупного города и деревни, в центре которой местом притяжения всех жителей выступает сад с наличествующими зонами для отдыха (рис. 3). Вокруг сада Э. Говард задумывал расположить общественные здания для проведения досуга и повышения культурного уровня жизни горожан и уже только следующим кольцевым строительством возвести промышленные постройки. Он считал, что в таком формате поселения «смогут сочетаться преимущества самой энергичной и активной городской жизни со всеми красотами и радостями деревни» [5, с. 29].



Рис. 3. Э. Говард. Архитектурная концепция города-сада будущего

К следующей архитектурной концепции, отчасти отражающей элементы экоселений, относится архитектура устойчивого развития, обоснованная Г.В. Есауловым. В ее основе лежит гармонизация строительства с природно-климатическими условиями при обязательной законодательной охране окружающей среды. При этом важным фактором выступает экономическая целесообразность использования природных ресурсов и, соответственно, уменьшение себестоимости в обеспечении жизнедеятельности и стабилизации уровня жизни людей.

Понятие «устойчивая архитектура» легло в основу нового экологического направления в архитектурном творчестве. Архитектор Фрэнк Ллойд Райт считал, что «...зодчий должен черпать вдохновение в природе, а человек – жить по ее законам» [6, с. 71]. Став основателем концепции «Зеленая архитектура», он продвигал идею тесного взаимодействия утилитарно-функциональных решений с их чувственно-психологическим восприятием. «Зеленая» архитектура, по убеждению архитектора, гармоничная и наиболее подходит для комфортного нахождения в ее среде человека, удовлетворяя все его потребности. Такая архитектура в отличие от искусственной среды естественна и не вредит психологическому равновесию (рис. 4).



Рис. 4. Фрэнк Ллойд Райт. Концепция «зеленой архитектуры»

Основным требованием к строительству архитектурных объектов архитектор выдвигал не проектирование отдельных зданий, а функциональное «доставление» фрагментов природного ландшафта как его естественное продолжение, сохраняющее внешний облик и естественные характеристики. При функционировании такого комплекса предлагалось использовать наличествующие природные ресурсы, такие как автономное энергоснабжение и утилизация.

Архитектурная концепция Фрэнка Ллойда Райта получила свое продолжение уже в XX в. в творчестве Лье Корбюзье, Райта, Гропиуса и др. Американский архитектор Стенли Харт Уайтом продолжил веяния «зеленой архитектуры» в своих проектах – Urbana-Champaign. Он по-новому осмыслил свой подход к концепции и получил патент на вертикальную фитостену на зданиях, названный новым подходом к ландшафтному дизайну.

Следует отметить, что идеи гармонизации крупных городов с природным ландшафтом получили свое развитие в Советском Союзе. Так, одной из наиболее известных архитектурных концепций является идея «зеленого города», предложенная дезурбанистами М.О. Барщом и М.Я. Гинзбургом (рис. 5). Архитекторы предлагали сделать перепланировку одного из пригородных районов Москвы, расположенного вдоль Ярославского шоссе, в виде пригорода-сада. По их мнению, такой подход позволил бы решить проблему урбанизма и методом «рассасывания» большого города на окраины создать «такой способ расселения человечества, который бы разрешил проблему труда, отдыха и культуры как единый непрерывный процесс социалистического бытия» [7, с. 228].

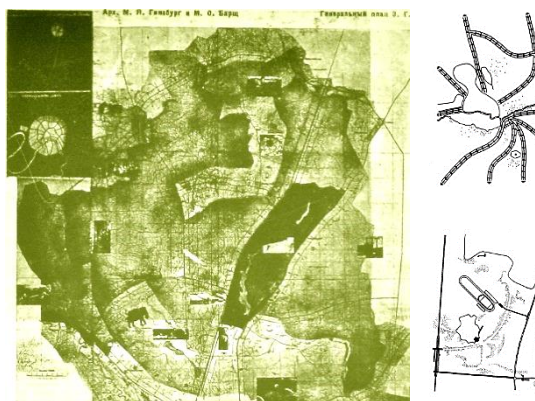


Рис. 5. М. Барщ, М. Гинзбург. Конкурсный проект «Зеленый город». Генеральный план. 1930 г.

Таким образом, в течение длительного исторического периода неравнодушных людей, занимающихся градостроительством, всегда волновала проблема взаимодействия воздвигаемых архитектурных объектов и природного окружения. При этом практически во всех архитектурных концепциях природные комплексы и ресурсы выступали как дополнительные аспекты, приносящие пользу человеку с точки зрения сохранения здоровья и экономного расходования средств. Но даже при минимальном расходе природных ресурсов когда-то наступает их истощение, отягощенное регулярным воздействием на них потенциально вредных технологий. Эти факторы требовали нового научного осмысления в строительстве и архитектуре.

В русле этих идей на Западе в 1962 г. возникли первые концепции экопоселений. Здесь следует подчеркнуть, что ведущей целью экопоселений являются вопросы самоидентификации и самореализации в соответствии с видением, контекстом, культурой и интересами конкретного круга людей. В их идеологических воззрениях часто прослеживаются корни философии опрощения, хиппи, дауншифтинга и других контркультур. Так, одно из известных экопоселений этого периода организовала община Фонда Финдхорн, пропагандировавшая движение «хиппи». Модель этого поселения, по сути, представляет экологически рационально обустроенную деревню, жители которой в строительстве использовали интеграцию ландшафта и архитектурной инфраструктуры. Помимо этого, в функционировании поселения активно применялись возобновляемые источники энергии – солнечные водонагревающие панели, которые обслуживали все общественные и частные здания. Эта община в дальнейшем была переоформлена в Финдхорнский Фонд с огромным количеством участников и сегодня является «центральной образовательной и организационной площадкой сообщества, объединенного позитивным видением духовного совершенствования и объединения человечества» [8, с. 63].

Проект «Экодереви» очень быстро стал популярным и получил развитие во многих странах мира. Одним из продолжателей этого движения является «Ауровиль», также известный как «Город Зари». Это своеобразный эксперимент, начавшийся при поддержке индийского правительства и ассамблеи

ЮНЕСКО. Вся инфраструктура этого города функционирует за счет рационального использования природных ресурсов и альтернативной технологической переработки используемых продуктов и сырья. В качестве материалов для строительства применяется спрессованная земля, песок и цемент.

Не меньший интерес в рамках анализа архитектурных концепций представляют поселения, сформированные на идее ведения жизнедеятельности по принципу пермакультуры, т. е. без использования в обработке земли различных пестицидов и химических удобрений. Основоположниками этой идеи являются австралийцы Б. Моллисон и Д. Холмгрен, которые считали необходимым выращивать растения на всевозможных поверхностях, включая вертикальные, горизонтальные и наклонные.

В начале 2000 г. особую популярность получил новый вид экопоселения, связанного с образом родового поместья. Основной идеей этой архитектурной концепции выступает комплексное решение социальных и экономических проблем проживания современного человека. Собственно, это близкая по инфраструктуре к городской среде благоустроенная система проживания человека с наличием всех составляющих для проведения культурного досуга, но в то же время находящаяся в тесной гармонии с окружающей природной средой, использование которой крайне рационально, экологично и возобновляемо.

Результаты

На основании вышеизложенного можно определить следующие важные для нашего исследования положения. Так к наиболее значимым аспектам в архитектуре и строительстве на всем историческом этапе их развития относятся формирование жилой среды обитания человека с учетом его потребностей в здоровом образе жизни. Экологические принципы в организации среды обитания концептуально видоизменялись в зависимости от исторических условий, потребностей социума, уровня развития науки и техники, а также личностных взглядов архитектора-творца, его миропонимания и мировосприятия, предлагавшего идеи архитектурно-художественных и строительных решений интеграции природы и жилища.

Стремление к экологичности в архитектуре выявляет новые формы жилищ, возможности их интеграции с природой. Е.В. Купцова и Т.Н. Колесникова конкретизируют современные требования к проектированию экодому, который должен быть «комфортным, гармонично вписанным в природное окружение, с высокими архитектурными качествами, с рациональной объемно-планировочной структурой, здоровым микроклиматом, безопасным, выполненным из экологических и малоэнергоёмких строительных материалов, ресурсосберегающим, с системами регенерации отходов» [9, с. 38]. Эти показатели и выступают основными принципами формирования архитектурно-планировочных решений жилых домов в системе экопоселения, среди которых мы выделяем:

- 1) сохранность территориального природного ландшафта и рациональное использование ресурсов;
- 2) использование экологических материалов и альтернативных источников энергии;

- 3) эстетичность архитектурного решения;
- 4) инфраструктурное удобство;
- 5) социальный микроклимат.

Относительно последнего пункта следует акцентировать внимание на специфической особенности формирования экопоселений, связанных с желанием объединения определенных социальных групп в единую систему жизненного территориального обитания. М.И. Тукмакова и И.А. Фахрутдинова такие группы характеризуют как «креативные пространства, объединяющие представителей разных профессий и способствующие сближению единомышленников, обмену идеями и творческими инициативами» [10, с. 118]. Архитектурно-пространственная планировка таких сред обитания, включающая «природные формы и другие ассоциативные маркеры, распределенные территориально по всему комплексу, составляют художественно-образную ткань поселения» [11, с. 55].

Заключение

Таким образом, сравнительный анализ архитектурных концепций формирования экопоселения дает возможность сделать следующие выводы.

Формирование экопоселений явилось результатом раздумий и поисков человеком наиболее гармоничного решения собственного проживания, в котором основополагающими факторами выступали забота о собственном физическом, душевном и психологическом здоровье. Это явилось определенного рода спусковым механизмом возникновения идеи интеграции урбанизации и природно-климатических условий и природного ландшафта, их рационального использования с учетом возобновляемости ресурсов.

Архитектурные концепции планировочных структур экопоселений весьма разнообразны и напрямую зависят от идеологических взглядов автора-архитектора, его мировоззрения и миропонимания, уровня развития науки и техники, а также модных тенденций в мире архитектуры.

В настоящее время формирование экопоселений выступает новой парадигмой обитания, требующей комплексных исследований по поиску их рациональных архитектурно-строительных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Партина А.С.* Архитектурные термины : иллюстрированный словарь. Изд. стереотипное. Москва : Стройиздат, 2001. 208 с.
2. *Быстрова Т.Ю.* Философия дизайна. 2-е изд., перераб. Екатеринбург : Изд-во Урал ун-та, 2015. 128 с.
3. *Дуцев М.В.* Современные авторские концепции архитектурно-художественного синтеза // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 1 (19). С. 7–16.
4. *Гельфонд А.Л., Дуцев М.В.* Архитектурно-художественный синтез как средство диалога // Приволжский научный журнал. 2010. № 4. С. 147–152.
5. *Мелвин Д.* Архитектура: путеводитель по стилям : пер. с англ. Москва : Кладезь-Букс, 2007. 158 с.
6. *Архитектура и социальный мир* / отв. ред. И.А. Добрицына. Москва : Прогресс-Традиция, 2012. 312 с.

7. Шульц А.С. Экологические подходы к проектированию устойчивой городской среды // Архитектура и современные информационные технологии. 2021. № 1 (54). С. 227–235.
8. Тетиор А.Н. Городская экология. 3-е изд. Москва : Издательский центр «Академия», 2008. 338 с.
9. Купцова Е.В., Колесникова Т.Н. Основные принципы и приемы архитектурной организации экологически позитивного жилища // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 8. С. 37–39.
10. Тукмакова М.И., Фахрутдинова И.А. Архитектурные принципы формирования креативных пространств // Известия КГАСУ. 2018. № 4 (46). С. 116–122.
11. Михайленко Д.В., Резницкая Л.М. Проектная концепция эколого-археологического комплекса «Донская Троя» // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. № 23 (2). С. 46–55.

REFERENCES

1. Partina A.S. Arkhitekturnye terminy [Architecture terms. Dictionary]. Moscow: Stroiizdat. 2001. 208 p. (rus)
2. Bystrova T.Yu. Filosofiya dizaina [Philosophy of design], 2nd ed., Ekaterinburg, 2015. 128 p. (rus)
3. Dutsev M.V. Sovremennye avtorskie kontseptsii arkhitekturno-khudozhestvennogo sinteza [Contemporary author's concepts of architectural and artistic synthesis]. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2012. No. 1 (19). Pp. 7–16. (rus)
4. Gel'fond A.L., Dutsev M.V. Arkhitekturno-khudozhestvennyi sintez kak sredstvo dialoga [Architectural and artistic synthesis as a means of dialogue]. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal*. 2010. No. 4. Pp. 147–152. (rus)
5. Melvin J. Arkhitektura: putevoditel' po stilyam [Understanding architectural styles]. Moscow: Kladez'-Buks, 2007. 158 p. (transl. from Engl.)
6. Dobritsyna I.A. (Ed.) Arkhitektura i sotsial'nyi mir [Architecture and social world]. Moscow: Progress-Traditsiya, 2012. 312 p. (rus)
7. Shul'ts A.S. Ekologicheskie podkhody k proektirovaniyu ustoichivoi gorodskoi sredy [Ecological approaches to urban environment design]. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii*. 2021. No. 1 (54). Pp. 227–235. (rus)
8. Tetior A.N. Gorodskaya ekologiya [Urban ecology], 3rd ed., Moscow: Akademiya, 2008. 338 p. (rus)
9. Kuptsova E.V., Kolesnikova T.N. Osnovnye printsipy i priemy arkhitekturnoi organizatsii ekologicheskii pozitivnogo zhilishcha [Basic principles and techniques for eco-friendly housing architecture]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2009. No. 8. Pp. 37–39. (rus)
10. Tukmakova M.I., Fakhrutdinova I.A. Arkhitekturnye printsipy formirovaniya kreativnykh prostranstv [Architectural principles of creative space formation]. *Izvestiya KGASU*. 2018. No. 4 (46). Pp. 116–122. (rus)
11. Mikhailenko D.V., Reznitskaya L.M. Proektnaya kontseptsiya ekologo-arkheologicheskogo kompleksa "Donskaya Troya" [The concept of ecological and archeological site "Donskaya Troya"]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2021. V. 23. No. 2. Pp. 46–55. (rus)

Сведения об авторе

Слимак Иван Владимирович, ст. преподаватель, Алтайский государственный институт культуры, 656055, г. Барнаул, ул. Юрина, 277; аспирант, Алтайский государственный политехнический университет им. И.И. Ползунова, ivan-slimak@mail.ru

Authors Details

Ivan V. Slimak, Senior Lecturer, Altai State Institute of Culture, 277, Yurin Str., Barnaul, Russia; Polzunov Altai State Technical University, 46, Lenin Ave., 656038, Barnaul, Russia, ivan-slimak@mail.ru

УДК 726.012

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-54-66

*А.А. ВАРАНКИНА^{1,2}, А.Н. ФЕДОРОВ¹,**¹Тюменский индустриальный университет,**²Томский государственный архитектурно-строительный университет*

ТИПОЛОГИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XVIII – НАЧАЛА XX В.

Статья посвящена деревянной православной архитектуре Сибири, сохранение и реставрация которой особенно актуальны в настоящее время. Представлена типология деревянной православной архитектуры Сибири, а именно юга Тюменской области. Цель исследования – выявление типологии деревянных сакральных объектов юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в. по следующим критериям: по функциональному назначению, по композиционному и объемно-планировочному решению, по форме плана, по количеству глав и др. Исследованию архитектуры Сибири посвящены труды С.Н. Баландина, В.И. Кочедамова, А.Ю. Майничей. Истории Тюменского региона посвящены работы А.С. Иваненко, Б.А. Жученко, С.П. Заварихина, Е.М. Козловой-Афанасьевой, В.Е. Копылова и др. Методика исследования основывается на комплексном подходе, включающем: изучение и использование дореволюционных и современных архивных и библиографических источников, научно-исследовательских работ, связанных с темой исследования; проведение натурного обследования (фотофиксация, обмеры); анализ и систематизацию научно-исследовательских результатов. Научная новизна статьи заключается в комплексном исследовании архитектуры деревянных православных храмов юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в., сохранившихся до настоящего времени. Теоретическая ценность исследования заключается в получении новых данных по истории деревянной архитектуры русской провинции этого периода, базирующихся на выявлении и систематизации архивных данных и материалов натурного обследования, проведенного авторами. Полученные знания могут быть использованы в разработке научно-практических рекомендаций по сохранению и адаптации православных храмов юга Тюменской области исследуемого периода.

Ключевые слова: типология; деревянная православная архитектура; объемно-планировочные решения; стилистические особенности; сохранение наследия.

Для цитирования: Варанкина А.А., Федоров А.Н. Типология деревянных православных храмов юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 54–66.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-54-66

*A.A. VARANKINA^{1,2}, A.N. FEDOROV¹,**¹Tyumen Industrial University,**²Tomsk State University of Architecture and Building*

TYPOLOGY OF WOODEN ORTHODOX CHURCHES IN THE TYUMEN REGION IN THE 18th AND EARLY 20th CENTURIES

Purpose: The typology identification of wooden churches in the south of the Tyumen region late in the 18th and early 20th centuries. The studying criteria include the functional pur-

pose, compositional and spatial planning, layout, church leaders, etc. Works of Balandin, Kochedamova, Mainicheva describe the architecture of Siberia. Ivanenko, Zhuchenko, Zavarikhin, Kozlova-Afanasyeva, Kopylov, Velik, Solunsky write about the history of the Tyumen region. **Design/methodology:** Integrated approach based on pre-revolutionary and contemporary archival and bibliographic documents, research works, full-scale survey (photographs, measurements), analysis and systematization of outcomes. **Originality/value:** A comprehensive study of wooden Orthodox Church architecture in the south of the Tyumen region late in the 18th and early 20th centuries. **Research findings:** The typology of wooden Orthodox Churches of the Tyumen region is studied. New materials are obtained concerning the history of wooden architecture of Russia. **Practical implications:** The acquired knowledge can be used in the development of scientific and practical recommendations for the preservation and adaptation of Orthodox Churches in the south of the Tyumen region.

Keywords: typology; wooden Orthodox Churches; spatial planning; style; heritage preservation.

For citation: Varankina A.A., Fedorov A.N. Tipologiya derevyannykh pravoslavnykh khramov yuga Tyumenskoj oblasti vtoroi poloviny XVIII – nachala XX v [Typology of wooden Orthodox Churches in the Tyumen region in the 18th and early 20th centuries]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 54–66. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-54-66

Проблема сохранения архитектурно-художественного облика исторической застройки населенных пунктов юга Тюменской области в настоящее время приобретает особую актуальность. Данные материалы являются частью диссертационного исследования, посвященного деревянной православной архитектуре юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в., которое выполняется на кафедре реставрации и реконструкции архитектурного наследия (РиРАН) Томского государственного архитектурно-строительного университета.

Статья является продолжением публикаций авторов, посвященных архитектуре деревянных православных храмов Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в. В конце XX в. были проведены исследования архитектурного и историко-культурного наследия Тюменской области под руководством В.А. Силантьева. В настоящее время деревянная сакральная архитектура Тюменской области изучена недостаточно. Многие сакральные сооружения: часовни, храмы, соборы, монастыри – с годами были утрачены по причине экономических, политических, мировоззренческих изменений в обществе и стихийных бедствий. Дошедшее до настоящего времени храмовое наследие, православные комплексы представляют историко-культурную и архитектурную ценность, подлежат изучению, сохранению и возрождению.

В центральной части России большинство деревянных храмов, построенных более двух столетий назад, сохранились до наших дней с изменениями и переделками последней четверти XIX – начала XX в. В перечень таких архитектурно-строительных изменений вошли: увеличение дверных и оконных проемов (часто заделка старых и устройство новых); обшивка фасада досками; переделка завершений; изменения во внутренней отделке интерьера (обшивка досками, штукатурка, оклейка тканевыми обоями, расписанными масляными красками); покраска либо побелка храма снаружи и внутри [1, с. 260].

Существенный вклад в изучение архитектуры православных храмов России внесли Н.Е. Антонова, Т.Н. Вятчанина, К.В. Рыцарев, А.С. Щенков, Е.Р. Возняк, М.Ю. Кеслер и др. Исследованию архитектуры Сибири посвящены труды Н.П. Журина, В.И. Кочедамова, А.Ю. Майничевой и др.

Истории Тюмени посвящены работы С.П. Заварихина, А.С. Иваненко, Б.А. Жученко, Е.М. Козловой-Афанасьевой. В справочной книге Тобольской Епархии 1913 г. представлена информация о сохранившихся православных храмах, монастырях и часовнях на начало XX в.

Базовым источником настоящего исследования являются научные материалы и экспедиционные обследования, проведенные Тюменским индустриальным университетом (ТИУ). С 2017 г. в рамках стратегического проекта «Архитектурный образ региона» в Институте архитектуры и дизайна начались исследования историко-культурного потенциала юга Тюменской области. Существенный вклад в изучение проблемы сохранения деревянных православных храмов юга Тюменской области внесли А.И. Клименко, А.Н. Федоров, В.А. Силантьев и др.

В ходе исследования сохранившихся деревянных храмов Тюменской области выработались критерии оценки историко-культурной значимости этих объектов:

- 1) градостроительное значение;
- 2) объемно-планировочное и композиционное решение (по форме плана, композиции фасада);
- 3) архитектурно-художественное оформление, декор;
- 4) иерархический статус и функциональное назначение.

Деревянные православные храмы сохранили свое градостроительное значение в формировании архитектурно-художественного облика населенных пунктов и являются значимыми градостроительными доминантами планировочной структуры поселений, во многом определяя их масштаб. Велика роль храмов и на селе. Рядом с такими объектами часто формируются альтернативные общественные центры, становящиеся местом притяжения для большинства сельского населения. Особенно важно, что они являются материальными центрами формирования мировоззрения народа, его духовности и социальной зрелости. Кроме того, нельзя не отметить их роли в формировании архитектурного силуэта населенных пунктов. С скромные по архитектуре объекты органично вписываются в природный ландшафт, являются украшением села и, как правило, становятся его важным композиционным и художественным акцентом [2].

По функциональному назначению в иерархии храмовых объектов деревянного зодчества юга Тюменской области все анализируемые примеры относятся к приходским и являются отдельно стоящими.

По типу объемно-планировочного решения и конфигурации в плане все сохранившиеся деревянные храмы однефные – с одним приделом. Рассматриваемые деревянные церкви относятся к бесстолпным храмам. Внутреннее пространство имеет простые очертания (церковь Троицкая в с. Старое Шадрино в Упоровском районе, церковь Владимирская в с. Петелино Ялуторовского района и др.). В Покровской церкви в г. Ишиме Ишимского района

столпообразное внутреннее пространство организовано по принципу восьмерик на четверике (рис. 1–4).



Рис. 1. Церковь Покровская в г. Ишиме Ишимского уезда. Фото начала XX в. [3]

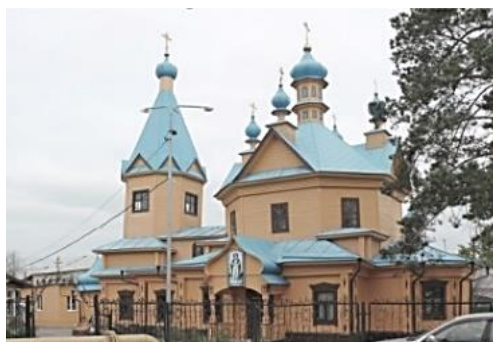


Рис. 2. Церковь Покровская в г. Ишиме Ишимского района. Фото А.А. Варанкиной, июль 2018 г.

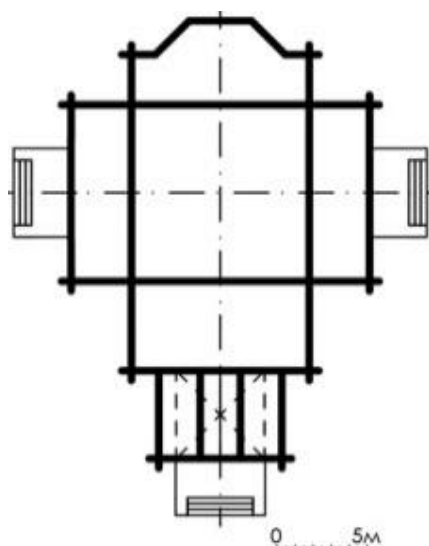


Рис. 3. Схема плана церкви Покровской в г. Ишиме Ишимского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

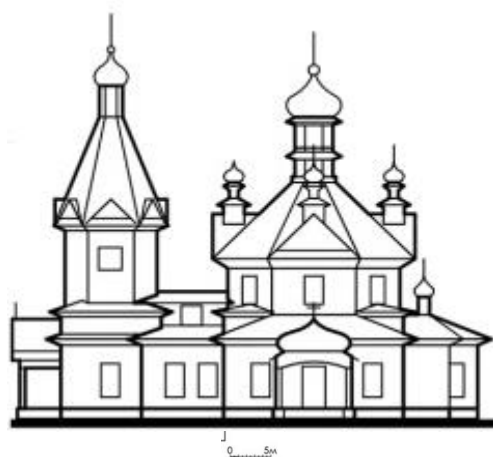


Рис. 4. Схема главного фасада церкви Покровской в г. Ишиме Ишимского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

Здания самих храмов характеризуются центрально-купольной композицией.

Одинаковая объемно-пространственная композиция встречается в разнопрестольных объектах. На примере планировок церкви Покрова Богородицы, построенной в 1868 г. в с. Бобылево Тюменской обл. (рис. 5–8), и Троицкого храма, построенного в 1903 г. в с. Старое Шадрино Тюменской обл., особенно отчетливо видно единство композиции и пропорций (рис. 9–12).



Рис. 5. Церковь Покрова Богородицы в с. Бобылево Исетского района. Фото 1990-х гг. [4]



Рис. 6. Церковь Покрова Богородицы в с. Бобылево Исетского района. Фото А.А. Варанкиной, март 2020 г.

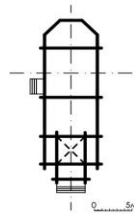


Рис. 7. Схема плана церкви Покрова Богородицы в с. Бобылево Исетского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

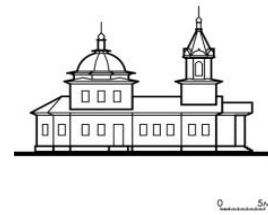


Рис. 8. Схема главного фасада Покрова Богородицы в с. Бобылево Исетского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной



Рис. 9. Церковь Троицкая в с. Старое Шадрино Упоровского района. Фото 1990-х гг. [4]



Рис. 10. Церковь Троицкая в с. Старое Шадрино Упоровского района. Фото А.А. Варанкиной, март 2020 г.

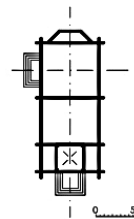


Рис. 11. Схема плана церкви Троицкой в с. Старое Шадрино Упоровского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

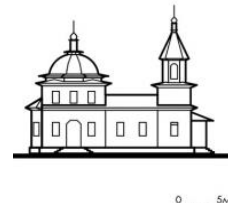


Рис. 12. Графическая реконструкция главного фасада церкви Троицкой в с. Старое Шадрино Упоровского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

По форме плана композиционное решение большинства объектов осевое протяженное. Лишь в Покровской церкви г. Ишима Ишимского района план имеет крестообразное решение.

Планировочная структура плана прямоугольная, имеет четырехчастную композицию: алтарь – храм – трапезная – притвор, колокольня. Зодчие применяли разные варианты габаритных размеров придела, трапезной и колокольни. Например, в церкви Петра и Павла в с. Битюки Исетского района был использован вариант с протяженной трапезной (рис. 13–16). В с. Бобылево стоит церковь Покрова Богородицы, где притвор, трапезная и храм имеют единый по ширине размер (рис. 5–8). Покровский храм в г. Ишиме Ишимского района по форме в плане крестообразный, основная часть храма развивается по обе стороны от основной оси и оформляется входными группами.



Рис. 13. Церковь Петра и Павла в с. Битюки Исетского района. Фото 1980 г. [4]



Рис. 14. Церковь Петра и Павла в с. Битюки Исетского района. Фото А.А. Варанкиной, июнь 2019 г.

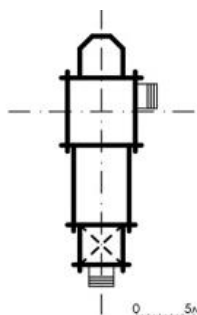


Рис. 15. Схема плана церкви Петра и Павла в с. Битюки Исетского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

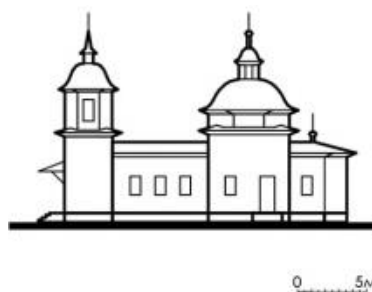


Рис. 16. Схема главного фасада церкви Петра и Павла в с. Битюки Исетского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

В большинстве своем апсиды у храмов пристроены к основному объему. Только в с. Шадрино в Троицкой церкви апсида встроена в придел.

Художественный облик Владимирской церкви в с. Нижнеманай характеризуется редким для региона объемно-планировочным решением – основной объем церкви оформлен в неравногранный восьмигранник (рис. 17–20) [5].



Рис. 17. Церковь Владимирская в с. Нижнеманай Упоровского района. Фото 1990-х гг. [4]



Рис. 18. Церковь Владимирская в с. Нижнеманай Упоровского района. Фото А.А. Варанкиной, март 2020 г.

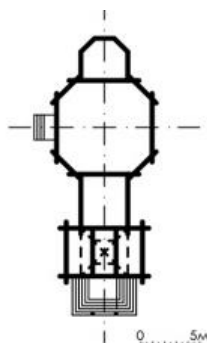


Рис. 19. Схема плана церкви Владимирской в с. Нижнеманай Упоровского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной



Рис. 20. Схема главного фасада церкви Владимирской в с. Нижнеманай Упоровского района. Схематичное изображение храма по результатам обмеров 2020 г. Выполнено А.А. Варанкиной

По типу покрытия встречаются разные варианты завершения объемно-пространственной композиции храма.

Скатное – основной объем перекрывается четырехскатной крышей (церковь Троицкая в с. Староалександровка Ярковского района). Шатровое – кровля храма представляет собой подобие шести- или восьмигранного шатра (церковь Владимирская в с. Нижнеманай Упоровского района, церковь Покровская в г. Ишиме Ишимского района).

Купольное – кровля главного объема, барабана храма завершается куполом (церковь Покрова Богородицы в с. Бобылево Исетского района, храм Петра и Павла в с. Битюки Исетского района, церковь Петра и Павла в с. Шестовое Вагайского района).

По количеству глав и наличию колокольни существуют также разные варианты.

Сохранившиеся храмы второй половины XVIII – начала XX в. на юге Тюменской области имеют пристроенную колокольню. К настоящему времени в с. Старое Шадрино Упоровского района Троицкая церковь ее утратила. Проведенный анализ показал, что объемно-планировочное решение храма анало-

гично композиции храма Покрова Богородицы в с. Бобылево Исетского района, у которого колокольня сохранилась.

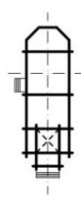
В большинстве своем основной объем исследованных церквей завершается одной главой. К такому решению можно отнести единственный пример деревянной церкви второй половины XVIII в. в с. Битюки Исетского района.

Основной объем церкви, имеющий в завершении одну главу в окружении четырех маленьких декоративных главок, можно встретить в композиции церкви Покровской, построенной в начале XX в. в г. Ишиме Ишимского района, и храме Петра и Павла в с. Шестовое Вагайского района.

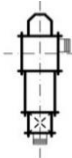
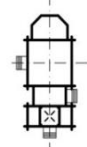
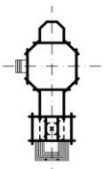
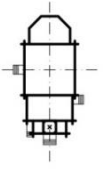
Алтарная часть храма в завершении имеет одну декоративную главу (с. Нижнеманай Упоровского района, церковь Владимирская).

М.Ю. Кеслер в пособии по проектированию и строительству православных храмов «Православные храмы. Том 2. Православные храмы и комплексы. Пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99)» представил таблицу «Типология храмов» со следующими критериями оценки: по форме плана, по типу покрытия, по форме завершения [6, с. 35]. На основе исследования деревянных церквей юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в. авторами составлена типологическая таблица деревянных церквей региона.

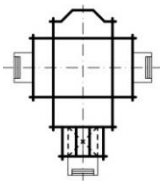
**Типология объемно-пространственного решения
сохранившихся деревянных церквей
второй половины XVIII – начала XX в. юга Тюменской области**

Тип завершения Форма плана		 	 		 
		Купольное	Четырехскатное	Шатровое	Смешанное
1	2	3	4	5	6
Прямоугольная		 Церковь Покрова Богороди- цы в с. Бо- былево Исетского района Церковь Троицкая в с. Старое Шадрино Упоровско- го района	—	—	—

Продолжение таблицы

Тип завершения Форма плана		  Купольное	  Четырехскатное	 Шатровое	 Смешанное
1	2	3	4	5	6
Прямоугольно-развитая форма		 Церковь Петра и Павла в с. Битюки Исетского района	—	—	—
		—	 Церковь Троицкая в с. Старо-александровка Ярковского района Церковь Владимирская в с. Петелино Ялуторовского района	—	—
		—	—	 Церковь Владимирская в с. Нижнеманай Упоровского района	—
		—	—	—	 Церковь Петра и Павла в с. Шестовое Вагайского района

Окончание таблицы

Тип завершения Форма плана					
		Купольное	Четырехскатное	Шатровое	Смешанное
1	2	3	4	5	6
Крестовая		—	—	—	 Церковь По- кровская в г. Ишиме Ишимского района

Проведенное исследование позволило определить типологические особенности зданий деревянных храмов юга Тюменской области второй половины XVIII – начала XX в. (рис. 21, 22).

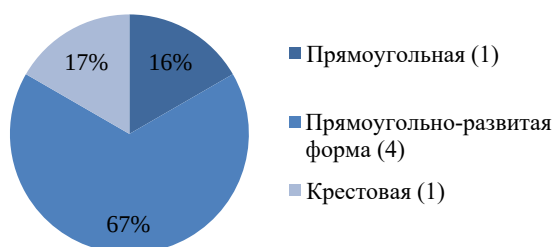


Рис. 21. Диаграмма процентного соотношения по форме плана деревянных православных храмов в XXI в. юга Тюменской обл.

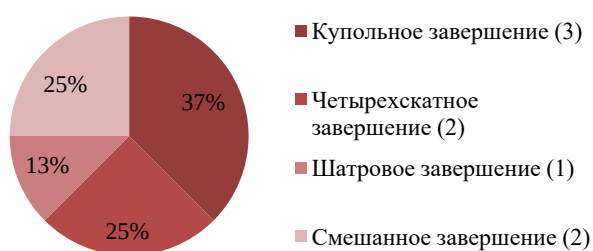


Рис. 22. Диаграмма процентного соотношения по типу завершения деревянных православных храмов в XXI в. юга Тюменской обл.

Для сравнения можно привести типологические примеры проектов из Атласа планов и фасадов церквей 1899 г. (рис. 23–26) [7]. Можно отметить определенную типологическую схожесть этих примеров с исследованными образцами региональных деревянных храмов, общность их композиционного и объемно-пространственного решения, пропорций, художественного оформления и декора. Но в каждом из имеющихся региональных примеров просматриваются свои особенности, индивидуальность и уникальность архитектурного решения. Это заслуживает особого внимания общества по сохранению культурного фонда региона, требуя его постоянной заботы и системной защиты.

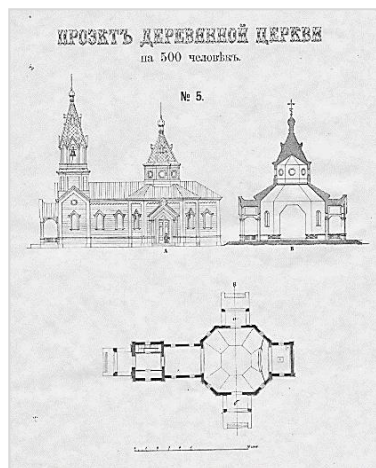


Рис. 23. Проект деревянной церкви на 500 чел. № 5 [7, с. 7]

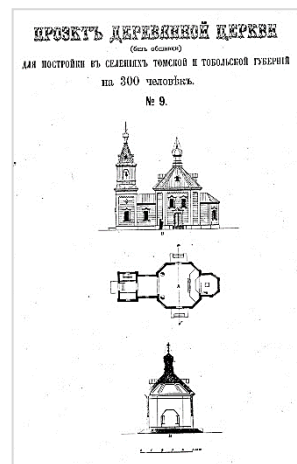


Рис. 24. Проект деревянной церкви (без обшивки) для постройки в селениях Томской и Тобольской губерний на 300 чел. № 9 [7, с. 13]

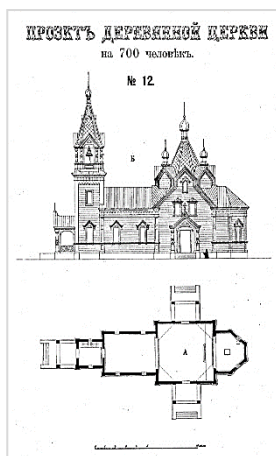


Рис. 25. Проект деревянной церкви на 700 чел. № 12 [7, с. 17]



Рис. 26. Проект деревянной церкви на помещение от 450 до 500 чел. № 19 [7, с. 27]

Таблица типологии храмов, с точки зрения авторов статьи, сможет позволить архитекторам ориентироваться в имеющемся разнообразии объемно-планировочных и композиционных решений. Материалы исследования могут способствовать систематизации накопленного архитектурного опыта и сформировать теоретическую основу для реставрации объектов культурного наследия. Исследование типологии деревянных православных храмов второй половины XVIII – начала XX в. юга Тюменской области дает понимание их культурной значимости, важности сохранения архитектурных традиций и раскрывает историко-культурный потенциал этого направления в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Русское деревянное*. Взгляд из XXI века. Архитектура XVI–XIX веков // Государственный музей архитектуры имени А.В. Щусева. Москва : Кучково поле, 2015. 304 с.
2. Малков И.Г., Малков И.И., Ковалев Д.П. Роль православных храмов в формировании архитектурных композиций городских микрорайонов и сельских населенных мест // *Жилищное строительство* : сборник. Москва, 2011. С. 7–12.
3. *Ишимская епархия* Тобольской митрополии Русской православной церкви : [официальный сайт]. URL: <http://ishim-eparhia.ru/index/pokrovskij-khram-g-ishim/0-18>
4. *Обследование памятников архитектуры Тюменской области* : научный отчет // Архив института «Спецпроектреставрация». Москва, 1990. Т. 1. Кн. 1.
5. Варанкина А.А., Романова Л.С. Деревянная церковь Владимирская в селе Нижнеманай Упоровского района Тюменской области : материалы исследования // 66-я Университетская научно-техническая конференция студентов и молодых ученых : сб. статей. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2020. С. 291–297.
6. Кеслер М.Ю. Православные храмы. Т. 2. Православные храмы и комплексы : пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99) МДС 31-9.2003. Москва : АХЦ «Арх-храм», ГУП ЦПП, 2003. 222 с.
7. *Атлас планов и фасадов церквей, иконостасов к ним и часовень, одобренных для руководства при церковных постройках в селениях*. Москва : Синодальная Типография, 1911. 51 с.

REFERENCES

1. *Russkoe derevyannoe*. Vzglyad iz XXI veka. Arkhitektura XVI–XIX vekov [Russian wooden architecture. A look from the 21st century. Architecture of the 16-19th centuries]. Gosudarstvennyi muzei arkhitektury imeni A.V. Shchuseva. Moscow: Kuchkovo pole, 2015. 304 p. (rus)
2. Malkov I.G., Malkov I.I., Kovalev D.P. Rol' pravoslavnykh khramov v formirovanii arkhitekturnokh kompozitsii gorodskikh mikroraionov i sel'skikh naselennykh mest [The role of Orthodox churches in the formation of architectural compositions of urban micro-districts and rural settlements]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2011. Pp. 7–12. (rus)
3. Ishimskaya eparkhiya Tobol'skoi mitropolii Russkoi pravoslavnoi tserkvi [Diocese of Tobolsk Metropolitan area of the Russian Orthodox Church in Ishim]. Available: <http://ishim-eparhia.ru/index/pokrovskij-khram-g-ishim/0-18> (rus)
4. *Obsledovanie pamyatnikov arkhitektury Tyumenskoi oblasti: nauchnyi otchet* [Architectural monuments of the Tyumen region: Scientific report]. Moscow, 1990. V. 1. Book 1. (rus)
5. Varankina A.A., Romanova L.S. Derevyannaya tserkov' Vladimirskaia v sele Nizhne-manai Uporovskogo raiona Tyumenskoi oblasti: materialy issledovaniia [Wooden church of Vladimir in the Tyumen region]. In: 66-ya Universitetskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov i molodykh uchenykh: sb. statei (Proc. 66th Sci. Conf. of Students and Young Scientists). Tomsk: TSUAB, 2020. Pp. 291–297. (rus)
6. Kesler M.Yu. Pravoslavnye khramy [Orthodox Church]. T. 2. Pravoslavnye khramy i komplekсы: posobie po proektirovaniyu i stroitel'stvu [Orthodox Churches and complexes. Design and construction guide], vol. 2. Moscow, 2003. 222 p. (rus)

7. Atlas planov i fasadov tserkvei, ikonostasov k nim i chasoven', odobrennykh dlya rukovodstva pri tserkovnykh postroikakh v seleniyakh [Atlas of plans and facades of churches, their iconostases and chapels, approved as a guide for church buildings in villages]. Moscow: Sinodal'naya Tipografiya, 1911. 51 p. (rus)

Сведения об авторах

Варанкина Анна Андреевна, ассистент, Тюменский индустриальный университет, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2; аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, anna-maria0613@mail.ru

Фёдоров Андрей Николаевич, член Союза архитекторов России, доцент, Тюменский индустриальный университет, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, arh-tum@rambler.ru

Authors Details

Anna A. Varankina, Assistant Lecturer, Tyumen Industrial University, 2, Lunacharskii Str., 625001, Tyumen, Russia; Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, anna-maria0613@mail.ru

Andrey N. Fedorov, A/Professor, Tyumen Industrial University, 2, Lunacharskii Str., 625001, Tyumen, Russia; Fellow of Union of Architects of Russia, arh-tum@rambler.ru

УДК 711.01/.09

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-67-77

*К.Е. ВАВУЛИН,**Центральный научно-исследовательский и проектный институт
Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации*

КОНЦЕПЦИЯ ГОРОДА ДЛЯ ЛЮДЕЙ В ТВОРЧЕСТВЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

В статье представлен социологический подход к развитию российских городов. Критическое осмысление градостроительных вопросов и необходимость поиска иного отношения к городскому планированию и развитию нашли воплощение в идее города для людей. Город для людей – это конструкт, позиционирующий себя как индивидо-ориентированный, инклюзивный, дискурсивный и коммуникативный город с комфортными пространствами для всех категорий граждан. Город для людей формирует коммуникативное пространство, подчеркивает общую, общественную важность городского пространства как противовеса более закрытой частной жизни.

Ключевые слова: целостный город; градоведение; городское управление; социология города; урбанистика; городское пространство; градостроительство; городское планирование; город для людей.

Для цитирования: Вавулин К.Е. Концепция города для людей в творчестве отечественных и зарубежных исследователей // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 67–77.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-67-77

*К.Е. VAVULIN,**The Central Research and Design Institute of The Ministry of Construction
and Housing and Communal Services of The Russian Federation*

CITY FOR PEOPLE CONCEPT IN RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE

The article presents a sociological approach to the development of the Russian cities. A critical understanding of urban planning and a different approach to the urban development is described based on the concept of the city for people. The city for people is positioned as an individual-oriented, inclusive, discursive and communicative city with comfortable space for all categories of citizens. This city provides communicative space for people, emphasizes general, public importance of urban space as a counterbalance to a more closed private life.

Keywords: holistic city; urban studies; urban management; urban sociology; urban studies; urban space; urban planning; city for people.

For citation: Vavulin K.E. Kontsepsiya goroda dlya lyudei v tvorchestve otechestvennykh i zarubezhnykh issledovatelei [City for people concept in Russian and foreign experience]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 67–77.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-67-77

Введение

First life, then spaces, then buildings –
the other way around never works¹.

Jan Gehl

Развитие умных городов, IT-технологий, 4G-технологий, цифровой индустрии 4.0, технологий бесплотных автомобилей и т. д. – сочетание массивов данных и алгоритмов преобразует мир вокруг нас. Существует опасность, что индивид будет вытеснен из картины российских городов. Развитие технологий является важным компонентом для развития страны, но российские города не должны проектироваться и развиваться для размещения технологий, они должны вписываться в индивидо-ориентированные российские города.

В XX в. борьба за обеспечение большого количества людей надлежащим жильем, рабочими местами и транспортом привела градостроителей и архитекторов к созданию систем высотных зданий, массивных жилых комплексов, промышленных комплексов и многочисленным автомагистралям. Планировщики в общем планировали российские города как машину для жизни и работы, где жители вынуждены ездить на машине. Сегодня российское и мировое общество сталкивается с нефтяными кризисами, изменением климата и серьезными проблемами со здоровьем, эпидемиями в результате нашего современного образа жизни. Человеческая шкала ставит под сомнение предположения о современности, исследуя, что происходит, когда мы помещаем российских граждан в центр наших исследований. Парадигма города как «машины для жизни» уступает место социологическим концепциям, которые отправной точкой анализа градостроительных проблем ставят индивида, его комфорт и потребности в городской среде.

Автор доктрины развития городов, сел и градостроительства РФ, академик А.М. Лола, имел честь представить в доктрине, что народы России являются «ключевым субъектом формирования среды обитания, развития поселений и градостроительства» [1]. В том числе А.М. Лола в доктрине обращает внимание на то, что в современном градостроительстве отсутствует фундаментальная наука «социология города и деревни» [Там же].

В городских исследованиях XIX и начала XX в. доминирующим направлением было изучение влияния индустриализации и урбанизации на город. Города рассматривались через призму экономических процессов и соответствующих последствий урбанизации.

В истории осмысления городов с социологической стороны были немецкие классики социологии: М. Вебер, Ф. Тённис, Г. Зиммель, К.В. Бюхер и другие, которые «большое внимание уделяли городским вопросам и месту индивида в городском пространстве».

Ф. Тённис рассматривал города в концепции «общины» и «общества». «Общину» Ф. Тённис приравнивает к «небольшим городкам или городам сельского типа, а «общество», соответственно, к крупным индустриальным

¹ Сначала жизнь, потом пространство, потом здания – все наоборот никогда не работает.
URL: <https://www.somervillebydesign.com/public-space/public-space-public-life/> (дата обращения: 20.03.2021).

современным ему городам» [2]. Результатом урбанизации и индустриализации, по мнению Ф. Тённиса, является формирование городов, где доминирует «формальный тип коммуникации, прагматические цели и экономическая рациональность» [Там же].

М. Вебер основной чертой городов считал возникновение рынка как социально-экономического института, а город называл «рыночным поселением» [3]. Он определял город как селение, состоящее из тесно соприкасающихся домов, которое настолько велико, что в нем отсутствует специфическое для общества соседей личное знакомство друг с другом [Там же].

Г. Зиммель рассматривал духовное одиночество человека в городе как результат становления господства денежного хозяйства и производства [4].

По мере потери актуальности изучения характеристик города как экономического и промышленного центра внимание теоретиков было обращено на изучение города безотносительно экономических целей его развития.

Организирующим началом социологических исследований города в первой половине XX в. принято считать Чикагскую школу. Чикагский университет оказал фундаментальное влияние на развитие социологии города как отдельной отрасли [5].

В её рамках основными исследователями проблематики города были Роберт Парк, Эрнст Берджесс и Луис Вирт.

Р. Парк утверждал: «Город – это продукт человеческой деятельности... именно в городе человек создал философию и науку... Город – это мир, сотворенный человеком, к которому надо приспособливаться. Изучение города – первый шаг к решению социальных проблем» [6]. Р. Парк рассматривал город как сложный организм, анализировать который можно во взаимосвязи градостроительных, архитектурных, экологических, экономических, политических, культурных и социально-психологических факторов.

Еще один представитель Чикагской школы – американский социолог, создатель теории урбанизма Л. Вирт. В своей фундаментальной работе «Урбанизм как образ жизни» он сформулировал одно из первых определений города с точки зрения социологии: «Город можно определить как относительно крупное, плотное и постоянное поселение социально гетерогенных индивидов. На основе постулатов, предполагаемых этим минимальным определением, и в свете существующего знания о социальных группах можно сформулировать теорию урбанизма» [7]. Л. Вирт продолжал тему одиночества человека в городе и его деятельность рассматривал через призму индустриальных требований: «Индивидуум, если он вообще участвует в социальной, политической и экономической жизни города, должен подчинить отчасти свою индивидуальность требованиям более широкого сообщества и в этой мере вовлечься в массовые движения» [Там же].

Исследования теоретиков Чикагской школы обосновали значимость индивида в городском контексте, стали фундаментом социологического осмысления городов.

Во второй половине XX столетия на смену классическому осмыслению городов приходит новый подход к городскому анализу – новый урбанизм. Среди теорий и исследований стоит выделить:

– теорию производства пространства А. Лефевра, в ее рамках город трактуется как социальное пространство, в котором представляются социальные отношения, политика, экономика и т. д.

– концепцию нового урбанизма Э. Амина и Н. Трифта, в ее рамках город трактуется как сложная неоднородная динамичная система, границы которой размываются в эпоху становления информационного общества.

– теорию воспринимаемой географии К. Линча, в которой он разработал концепцию «ментального перцептивного» образа города, воспроизводимого в сознании его жителей.

Значимый вклад в развитие изучения города внес философ Анри Лефевр, автор концепции «право на город». А. Лефевр определяет город как «проекцию общества на земле, т. е. не только определенное местоположение, но и особое пространство, воспринимаемое и постигаемое с помощью мысли, которая определяет материальную и социальную составляющие» [8]. А. Лефевр отмечает идеологическую природу современного градостроительства: «Именно в новом урбанизированном пространстве повседневная жизнь может расцвести творчеством» [Там же].

Французский ученый создал интегративный подход к исследованию города, в рамках которого он установил взаимосвязь между физическим (архитектурные и градостроительные объекты), ментальным и социальным пространствами, предлагая рассматривать их в единстве, а не по отдельности.

Стоит обратить внимание на исследования британских географов и урбанистов Эш Амина и Найджела Трифта, являющихся авторами концепции нового урбанизма, суть которой они изложили в своей совместной работе «Города: переосмысливая городское» [9]. Э. Амин и Н. Трифт утверждают, что современные города не могут быть охарактеризованы как согласованные системы. Город они определяют как «сложную флюидную динамику сетей и агентов; бесконечное «столкновение» сетей, состоящих из агентов, объектов (материальных, нематериальных, человеческих, не-человеческих (машины, дома, животные)» [10]. В рамках своих исследований они утверждали, что границы городов становятся слишком растяжимыми (в градостроительных аспектах), современный город не имеет завершения, у него нет центра, нет четко закрепленных частей, новый урбанизм рассматривает города как сложные «сущности», обладающие различными формами и не имеющие четких границ. Э. Амин и Н. Трифт осуществили переосмысление традиционного взгляда на город как статичный организм и описали его в современных концептах динамичного образования.

В рамках данного исследования стоит обратить внимание на исследование американского урбаниста и специалиста в области городского планирования Кевина Линча, создателя концепта ментальных карт и ментального образа города. «Поскольку город – это искусственная, социально созданная и социально адаптированная среда проживания, его основной “каркас” образуют результаты деятельности человека – городские здания, сооружения, большая и малая городская архитектура, пространства пешеходного и транспортного движения», – писал К. Линч, называя город «конструкцией в пространстве гигантского масштаба» [11].

Под ментальными картами Линч подразумевал то, как индивид воспринимает окружающую среду. Под ментальным образом города он понимал «интерсубъективное конвенциональное представление о городе», которое разделяется большим количеством городских жителей» [11]. По мнению американского теоретика, именно коллективные ментальные образы должны быть фокусом градостроителей: «Именно групповые образы, проявленный консенсус среди значительного количества людей интересуют городских проектировщиков, которые стремятся моделировать среду, которая будет использоваться многими людьми» [Там же].

Ментальный образ города, согласно К. Линчу, состоит из следующих зон:

- пути – это системы коммуникации, которые используются жителями города (транспорт);
- районы – это выделенные области городского пространства. Районы являются неотъемлемым компонентом городской идентичности жителей;
- границы – элементы структуры, которые огораживают районы города, разрывают его пространство на сегменты;
- узлы – точки пересечения людей в городе. К. Линч выделяет два вида узлов: реальные (вокзалы, аэропорты) и узлы с символическим значением (рестораны, площади, магазины);
- ориентиры – опознавательные и символически узнаваемые элементы города [Там же].

К. Линч выделял в городе ряд пространств: «придомовое пространство (гаражи, столбы, зеленые, детские площадки и т. д.); пространство пешеходного и транспортного передвижения (внутри которого – транспортные средства, знаки дорожного движения, светофоры); зеленые зоны. Именно эти субпространства – кафе, остановки транспорта, торговые центры – являются основной коммуникативной площадкой для людей, и в них существует и реализуется внутренняя жизнь города» [Там же].

Задачу современного градостроительства К. Линч видел в том, чтобы та часть образа города, которая зависит от урбанистов, была визуально четкой, читаемой и адаптированной к «перцепционным» привычкам жителей городов.

Среди отечественных исследователей в начале и первой половине XX в., которые рассматривали город в рамках социологии, можно выделить труды В.П. Семенова-Тян-Шанского, Н.П. Анциферова, М.Г. Диканского, основной работой которого до революции считается «Постройка городов, их план и красота» (1915), И.Х. Озерова и др. [12–15].

Во второй половине XX столетия данная тема отражена в работах В.Л. Глазычева, О.И. Шкаратана, М.Г. Бархина, А.Э. Гутнова, И.Г. Лежава и др. [16–18].

Весомый вклад в развитие данной темы в XXI в. внесли такие исследователи, как А.М. Лола, К.К. Карташова, А.В. Крашенинников, И.М. Смоляр, С.А. Капкова, В.А. Гутников, И.В. Лазарева, А.С. Кривов, Е.В. Малая, В.В. Вагин, С.В. Пирогов, И.А. Вершинина, Г.Е. Трубина [19–21].

Рассмотренные концепции концентрируются на разных детерминантах в объяснении города. Развитие принципов «нового урбанизма» повлияло на

переосмысление роли и места индивида в городе и учета потребностей людей в проектировании.

Развитие индивидоориентированных концепций

Одним из наиболее актуальных вопросов при исследовании «города для людей» является изучение потребностей и комфорта его жителей.

Среди отечественных исследователей XX в. следует отметить А.Э. Гутнова и З.В. Харитонову, одних из авторов реконструкции Старого Арбата в Москве и проекта жилого комплекса в Сокольниках, которые в своей деятельности руководствовались созданием более гуманного городского пространства.

В.Л. Глазычев писал, что «город людей» – это в первую очередь процесс взаимодействия людей в пространстве. Сравнивая с социологической точки зрения новые и старые кварталы г. Москвы, исследователь замечает, что в новых кварталах решительно недостаёт человечности обжитого пространства и уюта.

Среди зарубежных теоретиков стоит отметить британскую «школу проектировщиков городского пространства» Дж. Джекобс, Л. Мамфорда, Я. Гейла, а также А. Лефевра, Д. Харви и Д. Митчелла, разработавших концепцию «право на город».

Развитие города «проектировщики городского пространства» считали задачей не только градостроительной, но и социальной. При формировании городских планировок британские исследователи ориентировались именно на человека и, соответственно, одной из главных целей их деятельности было «создание достойных условий жизни для представителей самых разных социальных групп...» [22].

Стоит отметить ученого Э. Говарда, который является автором концепции «города-сада», изложенной в своей работе «Города-сады будущего» [23]. Город-сад – это город без трущоб, где люди могут использовать преимущества городской жизни без отрыва от сельской местности. Другой теоретик, П. Геддес, посвятил две крупные работы исследованиям городского развития: «Развитие города», «Эволюция городов». По мнению П. Геддеса, комфортная жизнь человека в городе должна проходить в гармонии с природой. Весомый вклад в развитие социального комфорта жизни людей в городе внесла урбанистка, активистка Джейн Джекобс. Ее вклад в развитие урбанистики связывают с фундаментальной работой под названием «Смерть и жизнь больших американских городов» (1966). Исходная посылка теоретических воззрений Дж. Джекобс заключается в идее о том, что анализ городского пространства и городское планирование необходимо осуществлять с позиции отдельно взятого человека – пешехода и жителя города. Дж. Джекобс рассматривает город как пешеход, который каждый день ходит по нему. По мнению Дж. Джекобс, социальную ткань городских сообществ нельзя «резать» искусственными планировками. Дж. Джекобс постулирует, что «улицы и тротуары, основные общественные места города, являются его наиболее жизненно важными органами» [24]. Улицы, по мнению Дж. Джекобс, должны внушать жителям чувство безопасности. Безопасность улиц зависит от правильного разграничения публичного пространства и личных зон. Городская планировка, расположение

улиц и безопасность являются важными факторами вовлеченности в городское пространство.

По мнению Дж. Джекобс, живой и разнообразный город должен быть основан на спонтанном порядке и взаимодействии живущих в нем людей. «Самое большое разнообразие города, – писала Дж. Джекобс, – это бесконечное число... разнообразных занятий с самыми разными целями и интересами, возникающих и протекающих вне формальной схемы общественной жизни. Обязанность архитекторов и градостроителей – превращать города в места, соответствующие этому бесконечному разнообразию планов, идей, возможностей процветания...» [24].

Дж. Джекобс предлагает четыре параметра гетерогенности города:

- городской район должен совмещать в себе выполнение нескольких социальных функций;
- в городе должны сосуществовать разные по возрасту, степени изношенности и характеру использования здания;
- высокая плотность заселения людей [Там же].

Специалист в области урбанистики и теории архитектуры Л. Мамфорд в своих трудах критиковал видение города как экономического центра и «большого завода», придерживаясь позиции, что «природа города не заключается в его экономической основе, город – это, прежде всего, социальное образование» [25].

Л. Мамфорд признает сведение теоретического анализа городов к материальной структуре редуccionизмом и, в свою очередь, подчеркивает важность изучения социального и культурного аспектов городской среды. Ткань социальных отношений и культурных смыслов, а не расположение улиц и зданий составляет суть города. Основополагающей функцией города, согласно Мамфорду, является передача культурного наследия.

Л. Мамфорд в своей концепции охватил не только культурную и архитектурную составляющие городов, но и обосновал важность учета городским планировщиком социальных и коммуникативных потребностей человека. По мнению Л. Мамфорда, гигантомания мегаполисов разрушает устойчивость социальных отношений в городе. Идеальный тип города для Мамфорда – это небольшой город с населением до 35 тыс. чел., с инфраструктурой «шаговой доступности» и активным локальным сообществом, которое имеет доступ к системе управления городом.

По мнению Л. Мамфорда, города (в идеальном осмыслении) не должны быть крупными и не должны быть просто «машиной для жилья». Городское планирование уместно, только если разработанный план будет учитывать:

- потребности и интересы местных жителей;
- социальную среду существования города;
- разнообразие и интенсивность культурной жизни.

Стоит обратиться к трудам датского архитектора и консультанта по городскому дизайну Яна Гейла. Наиболее известной стала его работа «Города для людей» [26]. В течение 40 лет датский архитектор Ян Гейл систематически изучал поведение людей в городах. Отправной точкой его исследований

был интерес к людям, а не к зданиям, — к тому, что он называл «жизнью между зданиями».

Ян Гейл изучал, как люди используют улицы, как они ходят, видят, отдыхают, встречаются, взаимодействуют и т. д.

Я. Гейл критикует тенденции городского проектирования, которые не ставят приоритетной целью создание комфортных для людей и благоприятных для коммуникативных практик общественных пространств. Как с сожалением отмечает Я. Гейл, «одна из немногих черт, которая объединяет между собой почти все города, вне зависимости от локации, размеров территорий, экономической развитости и культуры, является игнорирование потребностей индивида при разработке стратегий городского развития». Именно в поисках решения указанных проблем Я. Гейл создает концепцию города для людей, которая исходит из потребностей человека.

Для того чтобы описать город для людей, Я. Гейл начинает с формулировки антитезиса — «города не для людей». Для города не для людей характерна ориентация на поддержание интенсивного автомобильного движения. Иными словами, это город для автомобилей. Архитектурный облик таких городов, как правило, задается доминированием многоэтажных зданий с большим расстоянием между ними и подземными автостоянками. Такая организация пространства создает удобства для автомобилистов, но не для пешеходов. Исходя из сопоставления с городом для машин, Я. Гейл формулирует идеальный тип города для людей: «Город с невысокими, близко расположенными друг к другу зданиями, организацией расположения улиц, способствующей комфортному перемещению пешеходных потоков, а также хорошо обустроенными общественными зонами вдоль улиц и рядом с домами» [26].

Я. Гейл выделил 4 ключевых критерия города для людей:

- живой город — город с высоким уровнем социальной активности в публичных пространствах и обеспечением условий для активного передвижения жителей пешком;

- безопасный город — город, обеспечивающий дорожную и транспортную инфраструктуру, нивелирующую чувство опасности для пешеходов, исходящее из активного автомобильного движения;

- устойчивый город — город с развитой системой общественных мест и транспорта;

- здоровый город — город, в котором превалирует «зеленая» мобильность (перемещение в городе пешком или на велосипеде) в противовес передвижению на автомобилях [Там же].

Датский ученый считает, что в современных больших городах утрачивают свою функцию места встреч. Именно в них, как отмечает датский специалист, значительно снижается функция городских публичных пространств как места для встреч. «Публичное пространство крупных мегаполисов, ввиду гигантизма построек и динамичного образа жизни, становится враждебным коммуникации и поддержанию социальных связей. Социальная стабильность, безопасность, уверенность в завтрашнем дне, демократия и свобода слова — ключевые понятия, описывающие социальные перспективы города как места встреч» [Там же].

Основной посыл «города для людей» заключался в необходимости переориентации городского проектирования на потребности, интересы и права жителей города.

Заключение

Подводя итоги, стоит отметить, что функциональное назначение «города для людей» российских городов заключается в повышении комфорта индивида в городе и его мобильности, интенсификации коммуникативных процессов и повышении доступа жителей к системе принятия решений относительно трансформации городской среды. Парадигма «города для людей» в практике городского планирования была упущена из виду и забыта, в то время как забота о людях, проживающих в городах, сохранялась на протяжении веков российских традиций и опыта.

Таким образом, планирование и развитие городов России для создания «городов для людей» имеют решающее значение для качества российских городов в XXI в.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лола А.М. Доктрина развития городов, сел и градостроительства Российской Федерации. 2014. С. 7, 29.
2. Тённис Ф. Общность и общество: основные понятия чистой социологии. Москва : Фонд «Университет», 2002. С. 207–209, 278–281.
3. Вебер М. Город // Избранное. Образ общества. Москва : Юрист, 1994. С. 303, 313.
4. Зиммель Г. Большие города и духовная жизнь. Москва : Strelka Press, 2018. С. 78–81.
5. Парсонс Т. Американская социология. Перспективы. Проблемы. Методы / сокр. пер. с англ. В.В. Воронина, Е.В. Зиньковского. Москва : Прогресс, 1972. С. 68.
6. Парк Р. Город как социальная лаборатория // Социологическое обозрение. 2002. Т. 2. № 3. С. 3–4.
7. Вирт Л. Урбанизм как образ жизни. Москва : Strelka Press, 2016. С. 34–35, 39.
8. Лефевр А. Производство пространства. Москва : Strelka Press, 2015. С. 54–55, 194.
9. Трифт Н., Амин Э. Города. Переосмысляя городское. Нижний Новгород : Красная ласточка, 2017. 224 с.
10. Amin A., Thrift N. Cities: reimagining the urban. Cambridge: Polity Press, 2002. URL: <https://www.worldcat.org/title/cities-reimagining-the-urban/oclc/883400614> (дата обращения: 21.03.2021).
11. Линч К. Образ города. Москва : Стройиздат, 1982. С. 18–20, 35, 43–58, 59–63.
12. Анциферов Н.П. Пути изучения города как социального организма. Опыт комплексного подхода. Ленинград : Сеятель, 1926. 150 с.
13. Диканский М.Г. Постройка городов, их план и красота. Петроград : Издание Н.П. Карбасникова, 1914. 308 с.
14. Озеров И.Х. Большие города, их задачи и средства управления. Москва : Т-во И.Д. Сытина, 1906. 135 с.
15. Семенов-Тянь-Шанский В.П. Город и деревня в Европейской России. Санкт-Петербург : Тип. В.Ф. Киришбаума, 1910. 212 с.
16. Аитов Н.А. Социальное развитие городов, сущность и перспективы. Москва : Знание, 1979. 64 с.
17. Глазычев В.Л., Еуров М.М., Ильина Т.В. и др. Городская среда. Технология развития. Настольная книга. Москва : Лады, 1995. 239 с.
18. Бархин М.Г. Город. Структура и композиция. Москва : Наука, 1986. 264 с.
19. Вагин В.В. Эволюция социологических теорий городского развития // Социология города. 2015. № 2. С. 26–41.

20. *Вершинина И.А.* Социология города: истоки и основные направления исследований // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2012. № 1. С. 195–206.
21. *Трубина Е.Г.* Город в теории: опыт осмысления пространства. Москва : Новое литературное обозрение, 2011. 520 с.
22. *Вершинина И.А.* Современные теории города: социологический анализ. Москва : Канон+ РООИ «Реабилитация», 2019. С. 13.
23. *Говард Э.* Города-сады будущего. Москва : Сакура, 1992. С. 28.
24. *Джекобс Д.* Смерть и жизнь больших американских городов. Москва : Новое изд-во, 2011. С. 167, 178, 196.
25. *Мамфорд Л.* Культура городов. Москва : Логос, 2001. С. 6.
26. *Гейл Я.* Города для людей. Москва : Концерн «Крост», 2012. С. 79–82, 83–86, 94.

REFERENCES

1. *Lola A.M.* Doktrina razvitiya gorodov, sel i gradostroitel'stva Rossiiskoi Federatsii [Doctrine on rural and urban development of the Russian Federation]. 2014. P. 7, 29. (rus)
2. *Tönnies F.* Obshchnost' i obshchestvo: osnovnye ponyatiya chisto sotsiologii [Gemeinschaft und Gesellschaft. Grundbegriffe der reinen Soziologie]. Moscow: Fond Universitet, 2002. Pp. 207–209. 278–281. (transl. from Germ.)
3. *Weber M.* Gorod [The city]. In: Izbrannoe. Obraz obshchestva. Moscow: Yurist, 1994. P. 313, 303. (transl. from Germ.)
4. *Simmel G.* Bol'shie goroda i dukhovnaya zhizn' [The metropolis and mental life]. Moscow: Strelka Press, 2018. Pp. 78–81. (transl. from Germ.)
5. *Parsons T.* Amerikanskaya sotsiologiya. Perspektivy. Problemy. Metody [American sociology: Perspectives, problems, methods]. Moscow: Progress, 1972. 68 p. (transl. from Engl.)
6. *Park R.* Gorod kak sotsial'naya laboratoriya [The city as a social laboratory]. *Sotsiologicheskoe obozrenie*. 2002. V. 2. No. 3. Pp. 3–4. (transl. from Engl.)
7. *Wirth L.* Urbanizm kak obraz zhizni [Urbanism as a way of life]. Moscow: Strelka Press, 2016. Pp. 34–35. 39. (transl. from Engl.)
8. *Lefebvre H.* Proizvodstvo prostranstva [The production of space]. Moscow: Strelka Press, 2015. Pp. 54–55. 194. (transl. from Fr.)
9. *Amin A., Thrift N.* Goroda. Pereosmyslyaya gorodskoe [Cities: Reimagining the urban]. Nizhnii Novgorod: Krasnaya lastochka. 2017. (transl. from Engl.)
10. *Amin A., Thrift N.* Cities: Reimagining the urban. Cambridge: Polity Press, 2002. Available: www.worldcat.org/title/cities-reimagining-the-urban/oclc/883400614 (accessed March 21, 2021).
11. *Lynch K.* Obraz goroda [The image of the city]. Moscow: Stroizdat, 1982. P. 18–20, 35, 43–58, 59–63. (transl. from Engl.)
12. *Antsiferov N.P.* Puti izucheniya goroda kak sotsial'nogo organizma. Opyt kompleksnogo podkhoda [The city as a social organism. Integrated approach experience]. Leningrad: Seyatel', 1926. 150 p. (rus)
13. *Dikanskii M.G.* Postroika gorodov, ikh plan i krasota [Urban development, city layout and beauty]. Petrograd, 1914. 308 p. (rus)
14. *Ozerov I.Kh.* Bol'shie goroda, ikh zadachi i sredstva upravleniya [Big cities, their objectives and means of governance]. Moscow: I.D. Sytin, 1906. 135 p. (rus)
15. *Semenov-Tyan-Shanskii V.P.* Gorod i derevnya v Evropeiskoi Rossii [City and countryside in European Russia]. Saint-Petersburg: V.F. Kirshbaum, 1910. 212 p. (rus)
16. *Aitov N.A.* Sotsial'noe razvitie gorodov sushchnost' i perspektivy [Social urban development: Essence and perspectives]. Moscow: Znanie, 1979. 64 p. (rus)
17. *Glazychev V.L., Eyurov M.M., Il'ina T.V., et al.* Gorodskaya sreda. Tekhnologiya razvitiya. Nastol'naya kniga [Urban environment. Development technology. Handbook]. Moscow: Lad'ya, 1995. 239 p. (rus)
18. *Barkhin M.G.* Gorod. Struktura i kompozitsiya [City: Structure and composition]. Moscow: Nauka, 1986. 264 p. (rus)
19. *Vagin V.V.* Evolyutsiya sotsiologicheskikh teorii gorodskogo razvitiya [Evolution of sociological theories of urban development]. *Sotsiologiya goroda*. 2015. No. 2. Pp. 26–41. (rus)

20. *Vershinina I.A.* Sotsiologiya goroda: istoki i osnovnye napravleniya issledovaniy [Sociology of the city: Origins and main research fields]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 18. Sotsiologiya i politologiya*. 2012. No. 1. Pp. 195–206. (rus)
21. *Trubina E.G.* Gorod v teorii: opyt osmysleniya prostranstva [City in theory: Experience of understanding space]. Moscow: Novoe literaturnoe obozrenie, 2011. 520 p. (rus)
22. *Vershinina I.A.* Sovremennye teorii goroda: sotsiologicheskii analiz [Contemporary theories of the city: Sociological analysis]. Moscow: Kanon+ ROOI “Reabilitatsiya”, 2019. P. 13. (rus)
23. *Howard E.* Goroda-sady budushchego [Garden cities of to-morrow]. Moscow: Sakura, 1992. P. 28. (transl. from Engl.)
24. *Jacobs J.* Smert' i zhizn' bol'shikh amerikanskikh gorodov [The death and life of great American cities]. Moscow: Novoe izdatel'stvo, 2011. P. 167, 178, 196. (transl. from Engl.)
25. *Mumford L.* Kul'tura gorodov [The culture of cities]. Moscow: Logos, 2001. P. 6. (transl. from Engl.)
26. *Gehl J.* Goroda dlya lyudei [Cities for people]. Moscow: "Krost", 2012. Pp. 79–82, 83–86, 94. (transl. from Engl.)

Сведения об авторе

Вавулин Константин Евгеньевич, аспирант, Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29, konstantin.vavulin@mail.ru

Author Details

Konstantin E. Vavulin, Research Assistant, The Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 29, Vernadskii Ave., 119331, Moscow, Russia, konstantin.vavulin@mail.ru

УДК 711.455.(23): 711.113(235.222) DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-78-91

*П.В. СКРЯБИН,**Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет*

СЦЕНАРНОЕ РАЗВИТИЕ ПЛАНИРОВОЧНОГО КАРКАСА ЮГА СИБИРИ

Актуальность публикации обусловлена необходимостью переосмыслить, опираясь на труды экспертов, градостроительное освоение обширных территорий юга Сибири с богатым природно-ресурсным потенциалом, благоприятными условиями для хозяйственно-экономической деятельности и проживания. Существующая сегодня рыночно-ориентированная модель управления градостроительной деятельностью (где градостроителю по большей части отведена функция картографа-администратора по установлению границ участков) не учитывает весь комплекс факторов при формировании планировочных структур на обширных территориях и малопригодна для создания крупномасштабных проектов по их развитию.

Поэтому автором выбран метод сценарного прогнозирования для обоснования возможных направлений градостроительного развития юга Сибири, а также сетевой метод выявления потенциальных очагов градостроительной деятельности в качестве триггерных точек в развитии всей системы расселения.

В результате исследования были определены три сценария возможного развития планировочного каркаса юга Сибири и выявлены перспективные опорные узлы расселения. В работе показана взаимосвязь между их типологией, значением и расположением на пересечении планировочных осей (транспортных и природных).

Ключевые слова: территориальное планирование; градостроительство; пространственные решётки; расселение; ландшафты.

Для цитирования: Скрябин П.В. Сценарное развитие планировочного каркаса юга Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 78–91.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-78-91

*P.V. SKRYABIN,**Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

SCENARIO OF SOUTH SIBERIA LAYOUT DEVELOPMENT

Based on the expert evaluation, the paper reviews the urban development of vast territories of South Siberia with rich natural resources, favorable conditions for economic activity and residence. The market-oriented model of the urban planning management of today does not consider the all factors in developing the planning structures on vast territories and is not suitable for creating large-scale projects for their development. Therefore, a scenario forecasting method is proposed to substantiate possible directions of the urban development in the South Siberia as well as the identification of the potential urban development centers. Three development scenarios for the planning framework of the South Siberia are suggested and settlement centers are identified. The paper shows the relationship between their typology, significance, and location at the intersection of planning transport and natural axes.

Keywords: territory; urban planning; layout development; resettlement; landscape.

For citation: Skryabin P.V. Stsenarnoe razvitie planirovochnogo karkasa Yuga Sibiri [Scenario of South Siberia layout development]. Vestnik Tomskogo gosudar-

stvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 78–91.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-78-91

Введение

Сегодня отечественное градостроительство, частично опираясь на разработанную в Советском Союзе нормативно-правовую базу, следует непреодолимым требованиям нерегулируемого рынка и сопровождается нарастающим дисбалансом в системе расселения России с разрастанием крупнейших городов – мегаполисов, втягивающих миграционные, инвестиционные, энергетические и грузовые потоки в ущерб развитию более благоприятных для расселения пространств. Противоречие между наличием широких возможностей для градостроительного освоения территории, с одной стороны, и географическим «сжатием» градостроительной деятельности, с другой стороны, наблюдается в южной части Сибири. Юг Сибири ограничен с севера Транссибирской и Байкало-Амурской магистралями, с юга и юго-запада – государственной границей с Казахстаном, Китаем и Монголией, восточной границей является берег Байкала (рис. 1).

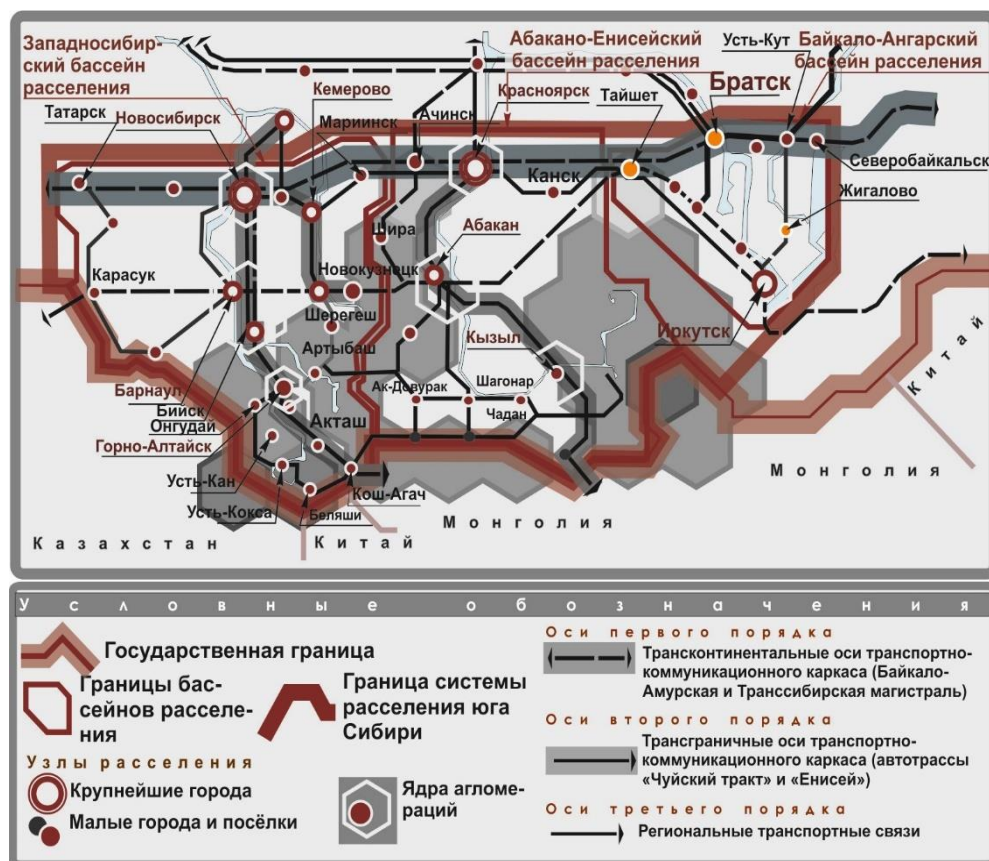


Рис. 1. Границы системы расселения юга Сибири

В рассматриваемом пространстве автором выделены три крупных бассейна расселения в соответствии с тремя крупными межгорными котловинами речных бассейнов Оби, Енисея и Ангары:

– Обь-Алтайский бассейн расселения – вдоль Оби и её притока Томи, объединяет четыре административно-хозяйствующих субъекта: Новосибирскую и Кемеровскую области, Республику Алтай и Алтайский край;

– Абакано-Енисейский бассейн расселения – вдоль Енисея, включает южную часть Красноярского края, республики Хакасия и Тыву;

– Байкало-Ангарский бассейн расселения, расположенный в треугольнике между БАМом, Транссибом и западным берегом Байкала, охватывает южную половину Иркутской области.

Цель работы – определить возможности развития планировочного каркаса юга Сибири.

Задачи:

– выявить структурные особенности планировочного каркаса юга Сибири;
– изучить прогнозные сценарии возможного развития планировочного каркаса;

– определить места возможного возникновения и развития новых планировочных районов расселения, выявив опорные узлы.

Для решения поставленных задач автором разработаны три метода:

1. Метод каркасов, полученный на основе работ ряда экспертов [2, 3, 6, 12], применён для описания структуры планировочного каркаса юга Сибири, который представляет собой сочетание трёх каркасных решёток – транспортно-коммуникационной, функциональной и природно-экологической.

2. Метод сценарного прогнозирования [4, 7, 8–10] включает три сценария возможного развития планировочного каркаса. Первый сценарий (инерционный) исходит из наблюдаемых сегодня явлений в градостроительной деятельности, не предлагая ничего нового, ничего инновационного и революционного, лишь интерполируя сегодняшние показатели (динамику численности населения, темпы развития транспортной сети, состояние градообразующей базы) на грядущую временную перспективу – до середины XXI в. Второй сценарий (прогрессивный) в противоположность первому исходит из максимального использования имеющихся возможностей и богатого потенциала юга Сибири, исходя из суммарной площади сельскохозяйственных земель с плодородной почвой, из суммарной площади лесов, вырабатывающих кислород, из обеспеченности сибирских рек пресной водой, а также учитывая площадь территорий, пригодных для размещения новой застройки. Третий сценарий (инновационный) совмещает хозяйственную деятельность (производство, сельское хозяйство, рекреационную деятельность, а также добычу и эксплуатацию природных ресурсов) с естественной способностью природного ландшафта к самовосстановлению. Сценарий основан на идеях профессора А.Г. Большакова [13] (ландшафтная сообразность градостроительной деятельности), академика В.В. Владимирова [14] (экологически обоснованная модель расселения) и академика С.Д. Митягина [15] (ландшафтно-бассейновый подход к землепользованию).

3. Метод узловых точек [1, 5, 11] позволяет выявлять опорные узлы расселения – малые города и посёлки с недооценённым потенциалом, которые формируются на пересечении существующих или прогнозируемых планировочных осей и имеют ключевое значение для развития всей системы расселения юга Сибири, формируя вокруг себя планировочные районы.

В результате применения метода каркасов автором были выявлены структурные особенности планировочного каркаса юга Сибири, формируемого тремя каркасными решётками – тремя каркасами.

Функциональный каркас включает аграрные оси развития сельскохозяйственной деятельности, производственно-энергетические оси, а также рекреационные оси развития отдыха, туризма и лечения.

Транспортно-коммуникационный каркас формируется транспортными осями (автотрассами, линиями железнодорожного сообщения с параллельно проложенными газопроводами и высоковольтными линиями электропередач), вдоль которых выделяются коммуникационные коридоры:

- транспортно-коммуникационные коридоры шириной до 20 км вдоль транспортных осей первого порядка, к которым относятся широтные транс-континентальные связи – Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали;

- транспортно-коммуникационные коридоры шириной до 5 км вдоль транспортных осей второго порядка, к которым предлагается отнести меридиональные трансграничные транспортные связи (например, автотрасса «Енисей», «Чуйский тракт»);

- коридоры шириной не более 2 км вдоль транспортных осей третьего порядка, а именно вдоль региональных транспортных связей.

Природно-экологический каркас состоит из природных осей – сибирских рек. Так как в речных ложбинах происходит накопление ландшафтного материала (частиц почвы, семян растений и влаги), то предлагается рассматривать прибрежные ландшафты вдоль рек в границах водоохранных зон в качестве экологических коридоров. Экологические коридоры будут различаться по значению в зависимости от значимости реки (рис. 2):

- экологические коридоры шириной 200 м вдоль природных осей первого порядка предлагается выделить вдоль основных сибирских рек: Оби, Ангара и Енисея;

- коридоры шириной 100 м вдоль экологических осей второго порядка возможно выделить вдоль притоков основных рек: Томи, Катунь, Бии, Абакана, Оки, Бирюсы, Ии, Уды;

- экологические коридоры шириной 50 м вдоль осей третьего порядка, к которым предлагается отнести мелкие реки и ручьи, впадающие в притоки основных сибирских рек.

Планировочный каркас, состоящий из трёх каркасных решёток (природно-экологической, транспортно-коммуникационной и функциональной), будет подвергаться изменениям, рассмотренным в трёх возможных сценариях.

Результатом инерционного сценария станут незначительные изменения планировочного каркаса (рис. 2), а именно: усиление существующих широтных трансконтинентальных коридоров вдоль БАМа и Транссиба, коридоры вдоль меридиональных трансграничных осей (вдоль Чуйского тракта и трассы

«Енисей») дополняется третьим коридором вдоль трассы «Виллой», связывающей Иркутск – Тулун – Братск – Усть-Кут – Мирный – Якутск. Новых осей транспортно-коммуникационного каркаса к 2050 г. не возникнет.

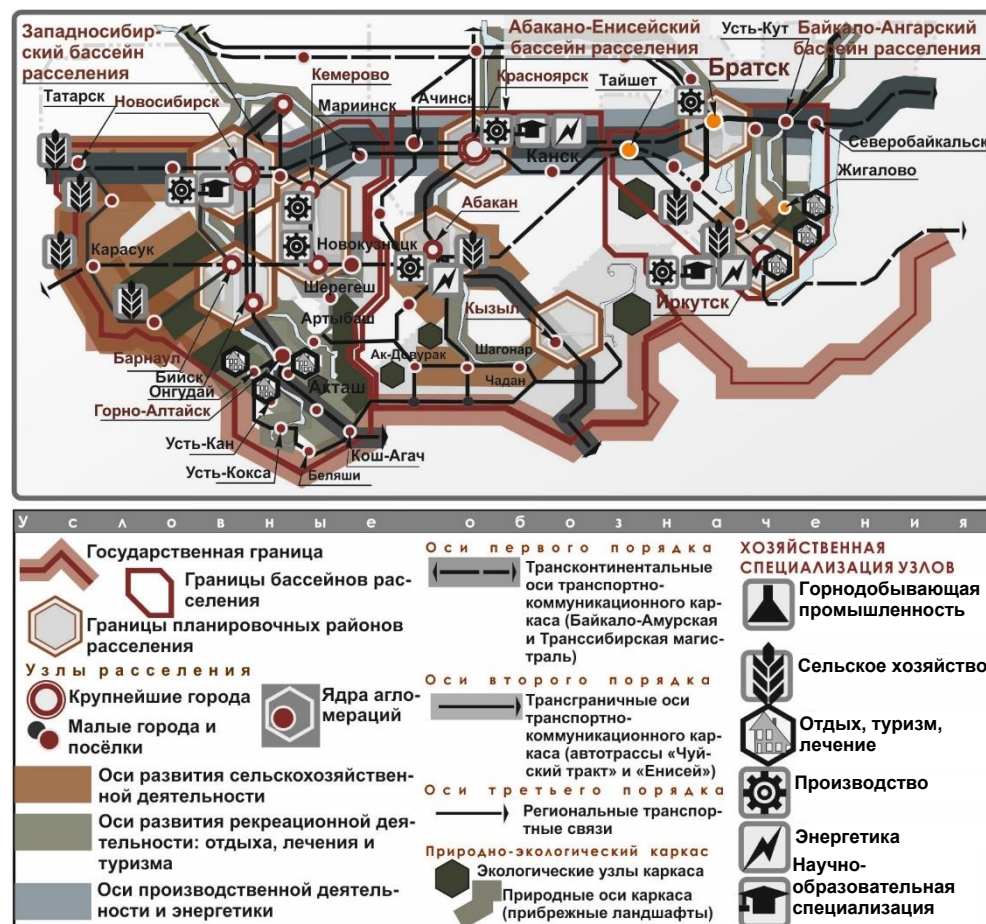


Рис. 2. Инерционный сценарий развития планировочного каркаса юга Сибири до 2050 г.

Функциональный каркас к 2050 г. по инерционному сценарию будет включать четыре производственно-энергетических оси вдоль Транссиба и БАМа, вдоль Енисея – от Красноярска до Черногорска, вдоль Томи – от Кемерово до Междуреченска и от Иркутска до Черемхова. Ряд аграрных осей развития сельскохозяйственной деятельности будет выделяться: по линии Новосибирск – Карасук; вдоль связи Барнаул – Камень-на-Оби – Славгород – Змеиногорск – Алейск – Барнаул; по дну Предбайкальского прогиба на северо-восток от Иркутска до Качуга, вдоль связи Туран – Кызыл – Ак-Довурак, а также в пределах Минусинской котловины по диагонали от Минусинска в сторону Канска. Рекреационные оси сформируются вдоль Чуйского тракта на отрезке от Барнаула до Чемала и в районе Телецкого озера, вдоль Змеиногорского тракта по диагонали от Барнаула в сторону курорта Белокуриха, а также вдоль берега Байкала –

от острова Ольхон до Ангарского водохранилища, включая Кругобайкальскую железную дорогу – уникальный памятник инженерного искусства.

В природно-экологическом каркасе к 2050 г. будут выделяться экологические коридоры вдоль природных осей первого порядка: Ангары, Оби и Енисея, а также вдоль некоторых природных осей второго порядка: Катунь, Бии, Томи, Чулыма, Абакана, Оки, Ии, Илима, Иркутск и Бирюсы. Узлами каркаса останутся действующие сегодня особо охраняемые природные территории: заповедники, заказники и резерваты. Одновременно неорганизованный автотуризм и неспланированная застройка вдоль речных берегов приведут к невосполнимой утрате экологических качеств уникальных ландшафтов.

Результатом инерционного сценария, сопровождающимся затуханием предприятий в средних и малых городах и разрастанием сферы услуг в экономике крупных городов, станет тотальное вымирание и бегство населения из Сибири к 2050 г. Незначительный рост возможен лишь в Тыве и Республике Алтай, одновременно будет наблюдаться «разбухание» нескольких агломерационных ядер от миграционного притока из малых городов и посёлков:

- вдоль Транссибирской магистрали интенсивное развитие получают Новосибирская, Кемерово-Новокузнецкая, Иркутская и Красноярская агломерации;
- вдоль меридиональных трансграничных транспортных осей – Чуйского тракта и трассы «Енисей» – усилятся Бийско-Барнаульская, Горно-Алтайская, Абакано-Минусинская и Кызыльская агломерации;
- на Байкало-Амурской магистрали возможно формирование Братской агломерации.

Результатом прогрессивного сценария предполагается перенаправление вектора центростремительной урбанизации в сторону центробежного расселения. Это возможно путём привлечения избыточного населения мегаполисов за счёт развития локальных производственных комплексов в малых городах и посёлках – более комфортных для проживания (население Московской агломерации, являющейся проблемной зоной социально-экологического бедствия, составляет 25 млн чел., а население Сибири и Дальнего Востока – 26 млн). Для этого автором была ориентировочно подсчитана предельно возможная антропогенная ёмкость юга Сибири по ряду показателей (производственно-энергетическая, сельскохозяйственная, рекреационная и экологическая ёмкость). Суммируя данные показатели, есть основания утверждать о возможности расселения на юге Сибири гораздо большего количества, чем имеется там сегодня:

- в границах Байкало-Ангарского бассейна расселения – 10–12 млн чел. (против проживающих там сегодня 2,5 млн);
- Абакано-Енисейский бассейн расселения обладает потенциалом для размещения 8 млн чел.;
- Обь-Алтайский бассейн расселения имеет потенциальные возможности для проживания 30 млн чел.

Результатом прогрессивного сценария является возможное развитие планировочного каркаса и составляющих его каркасных решёток (рис. 3).

В функциональном каркасе на основе освоения богатых рудных и углеводородных месторождений (цветные металлы, марганцевые руды, газоконденсаты) возможно формирование трёх производственно-энергетических

осей: первая – вдоль Транссиба на отрезке от Кемерово до Северобайкальска, вторая ось продолжит формироваться вдоль связи Кемерово – Новокузнецк – Междуреченск, третья – вдоль Транссиба на северо-запад от Иркутска до Саянска. Возможно развитие девяти аграрных осей: две оси в северо-западном и северо-восточном направлении от Иркутска – в ложбинах плодородных степей от Саянска до Тайшета и от Иркутска до Баяндая; две оси – вдоль северной и южной границ Тывы; аграрная ось в Минусинской котловине (правый берег Енисея) – по диагонали от Минусинска до Канска; четыре аграрных оси – в западной части плодородных степей Новосибирской области и Алтайского края. Семь рекреационных осей имеют перспективы развития на основе уникальных природно-бальнеологических ресурсов Саян: большое и малое «Золотое кольцо Алтая», три маршрутных кольца в Республике Алтай, рекреационная ось от Ачинска до Абазы (целебные озера Ширы), кольцевой туристический маршрут в восточной части Тывы (целебные геотермальные источники), два закольцованных маршрута по берегу Байкала.



Рис. 3. Прогрессивный сценарий развития планировочного каркаса юга Сибири до 2050 г.

Возможное развитие транспортно-коммуникационного каркаса дополнится новым широтным дублёром Транссиба, соединив отрезки по линии Казахстан – Славгород – Барнаул – Новокузнецк – Междуреченск – Абакан – Тайшет. Ожидается формирование меридиональных осей. Первая ось возможна вдоль связи Кемерово – Шерегеш – Артыбаш – Горно-Алтайск (дублёра Чуйского тракта). Вторая ось имеет возможность развития вдоль связи Ачинск – Абакан – Ак-Довурак – Монголия – Китай (дублёра трассы «Енисей»). Третья транспортная ось – вдоль связи Иркутск – Тулун – Братск – Усть-Кут – Якутия (на основе трассы «Виллой»).

Природно-экологический каркас дополнится новыми узлами, включив территории водоразделов рек, которые предлагается соединить с природными осями посредством экологических коридоров из сохраняемых или вновь создаваемых лесных насаждений, сформировав таким образом непрерывную сеть.

В результате инновационного сценария ожидается преобразование планировочной структуры бассейнов расселения в соответствии с естественными биологическими процессами в природе. Это отобразится на рисунке функционального каркаса юга Сибири, где автором предлагается выделить три природно-хозяйственных пояса расселения: производственно-энергетический пояс в северной части юга Сибири, аграрный пояс в центральной части и рекреационный пояс в южной части.

Трёхпоясное зонирование предполагает формирование трёхосевой композиции транспортно-коммуникационного каркаса, выделяя три широтных трансконтинентальных транспортно-коммуникационных коридора:

- действующий Транссиб и БАМ свяжут города и поселения, расположенные в производственно-энергетическом поясе;
- коридор вдоль связи Казахстан – Барнаул – Новокузнецк – Абакан – Тайшет, описанной в предыдущем сценарии, соединит ряд опорных узлов расселения в сельскохозяйственном поясе;
- новый коридор за счёт строительства новой связи, путём соединения действующих сегодня отрезков по линии Казахстан – Горно-Алтайск – Ак-Довурак – Кызыл – Тулун, свяжет ряд опорных узлов расселения в южном – рекреационном поясе.

Инновационное развитие природно-экологического каркаса предполагает ряд мероприятий (рис. 4).

Во-первых, формирование зон экологического покоя с неприкосновенными для хозяйственного освоения природными ландшафтами, по периметру границ каждого бассейна расселения. Во-вторых, формирование по периметрам планировочных районов компенсаторных зон. В-третьих, внутри каждого планировочного района предлагается выделить концентрических зон-колец, расходящихся от опорного узла. Вокруг селитебной части узла (малого города или посёлка – райцентра) предлагается выделить лесопарковый пояс, за которым расположить зону расширенного градостроительного освоения с кольцом производственных предприятий. Далее следует аграрная зона сельскохозяйственной деятельности, которую будет ограничивать компенсаторная зона природных ландшафтов.



Рис. 4. Инновационный сценарий развития планировочного каркаса юга Сибири до 2050 г.

В результате каждого рассмотренного сценария ожидается формирование новых и развитие существующих планировочных осей (функциональных, транспортных и природных). На пересечении осей закономерно развитие опорных узлов расселения, вокруг которых возможно формирование новых планировочных районов расселения:

– вокруг Тайшета и Тулуна – двух перспективных центров сельскохозяйственных производств и производства соответствующей техники – сформируется Тайшет-Тулунский планировочный район;

– Братск и Железногорск-Илимский – не только центры энергетики и выплавки цветных металлов, но и потенциальные центры судостроения – станут ядрами Братского планировочного района расселения;

– Усть-Кут и Северобайкальск (имеется возможность развития глубокой лесопереработки и судостроения) станут ядрами Усть-Кутско-Ленского планировочного района;

– вокруг Баяндая и Качуга (сельскохозяйственные центры) сформируется Качугский планировочный район;

– планировочный район расселения следует выделить вокруг Иркутска, включая Усолье-Сибирское, Черемхово, Саянск, Зима и Залари.

В Абакано-Енисейском бассейне расселения целесообразно рассмотреть:

– формирование планировочного района вокруг города Ачинска – перспективного центра энергетики и машиностроения;

– производственно-энергетический центр Канск – узел одноимённого планировочного района;

– Ширинский планировочный район расселения вокруг п. Ширы – рекреационный центр (целебные озёра и источники);

– планировочный район вокруг опорного узла Абаза – потенциальный центр развития отдыха и туризма;

– Абакано-Минусинский планировочный район вокруг производственно-энергетического центра Абакана и Минусинска, включая Минусинскую котловину;

– три планировочных района с аграрной специализацией вокруг узлов расселения Ак-Довурак, Шагонар и Чадан, а также двухъядерный планировочный район вокруг Кызыла и Турана.

В границах Обь-Алтайского бассейна расселения имеется возможность формирования:

– пяти планировочных районов с аграрной специализацией вокруг Каргата и Барабинска, Татарска, Карасука, Камня-на-Оби и Барнаула;

– двух планировочных районов с рекреационно-сельскохозяйственной специализацией вокруг Славгорода и Ярового, Бийска и Белокурихи;

– восьми планировочных районов с рекреационной специализацией вокруг восьми соответствующих узлов расселения в Горном Алтае (Горно-Алтайск, Чемал, Онгудай, Усть-Кан, Усть-Кокса, Телецкое озеро, Акташ и Кош-Агач);

– трёх производственных планировочных районов вокруг Новосибирска, Кемерово, Новокузнецка и Мариинска.

Выводы

Наложением планировочных осей разного значения определяется типология опорных узлов, которые предложено разделить на три группы. В каждой группе выделены крупные, средние и малые опорные узлы (рис. 5).

Крупными узлами расселения первой группы с радиусом зоны влияния 240–300 км следует назвать агломерационные ядра: Новосибирск, Иркутск и Красноярск. Они расположены на пересечении или соприкосновении трансконтинентальной широтной транспортной оси первого порядка, например Транссиба, с природными осями первого порядка – основными сибирскими реками Обью, Ангарой и Енисеем. Средние узлы расселения первой группы с радиусом зоны влияния 50–60 км (Кемерово, Ачинск, Канск, Саянск, Зима) выделяются на пересечениях транспортных осей первого порядка – Транссиба и БАМа с природными осями второго порядка – притоками основных сибирских рек – Томью, Чулымом, Каном, Бирюсой, Окой. Малые узлы расселения

первой группы, к которым относятся посёлки – райцентры с радиусом зоны влияния 15–20 км – сформировались на пересечениях транспортных осей первого порядка с природными осями третьего порядка – малыми реками и ручьями, впадающими в притоки крупных рек.

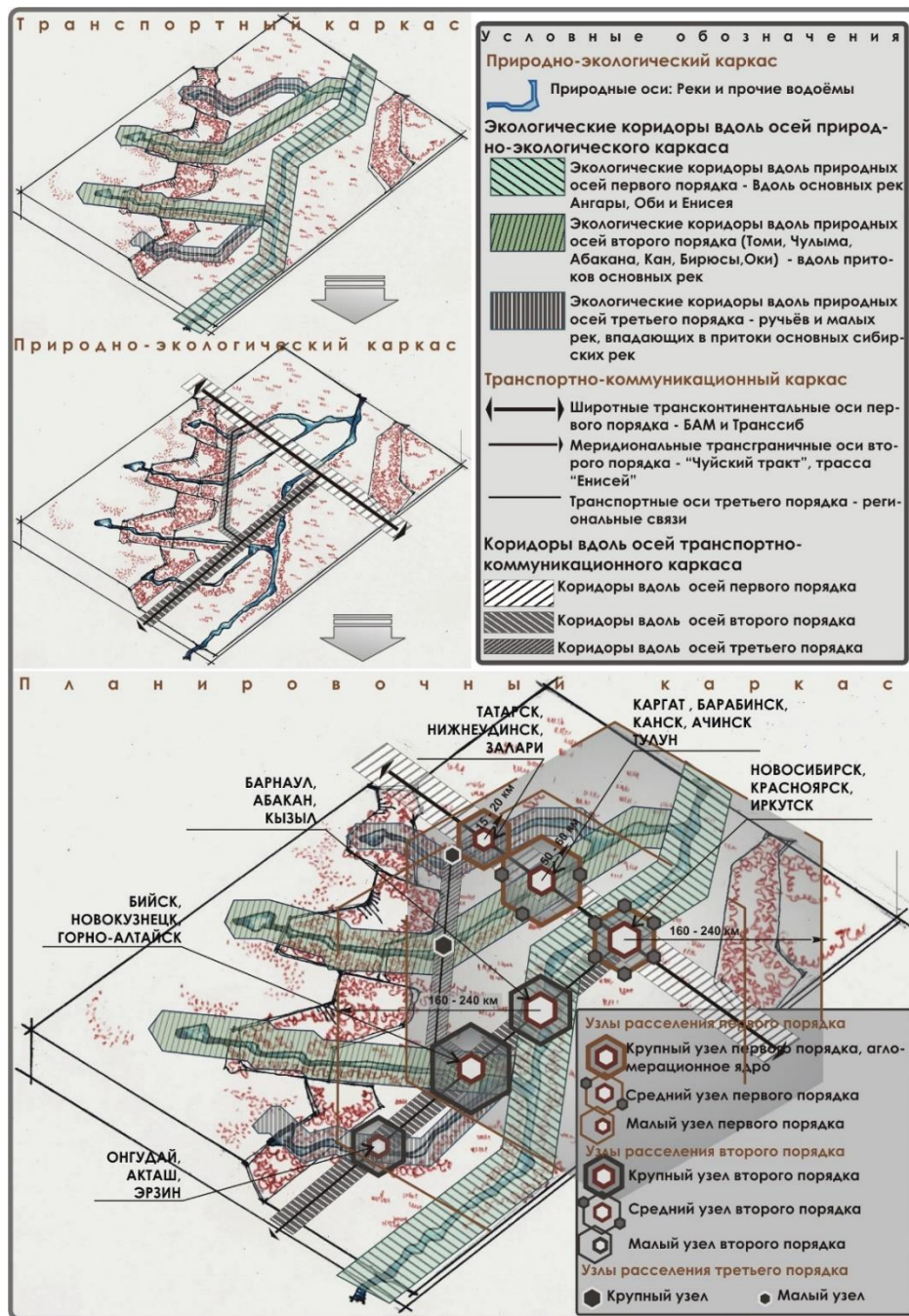


Рис. 5. Каркасно-узловая модель расселения юга Сибири

Среди узлов расселения второй группы также выделяются крупные, средние и малые узлы. У пересечений транспортными осями второго порядка, а именно трансграничными транспортными связями (автотрассой «Енисей», Чуйским трактом), природных осей первого порядка расположены крупные узлы расселения второй группы – средние и крупные города: Барнаул, Абакан, Кызыл с радиусом зоны влияния 250–300 км. Средние узлы второй группы: Горно-Алтайск, Бийск, Эрзин, Туран, Минусинск с радиусом зоны влияния 50–60 км – сформировались у пересечения или сближения транспортных осей второго порядка с притоками основных сибирских рек – природными осями второго порядка. На пересечениях транспортных осей второго порядка и природных осей третьего порядка – ручьёв и малых рек – расположены малые узлы расселения второй группы, а именно посёлки – административные центры муниципальных районов, например Онгудай, Акташ, Кош-Агач, Абаза с радиусом зоны влияния 15–20 км.

Узлы расселения третьей группы разделяются на крупные (радиус зоны влияния – 50–60 км) и малые (10–15 км).

Крупные узлы третьей группы (райцентры Усть-Кокса, Артыбаш, Шагонар, Жигалово) расположены на пересечениях региональными транспортными связями – транспортными осями третьего порядка – притоков основных рек, которыми являются Томь, Бия, Катунь, Абакан, Ока. Малые узлы третьей группы, к которым относятся административные центры крупных сельских поселений, сформировались на пересечении транспортными связями третьего порядка малых рек и ручьёв, которые отнесены к природным осям третьего порядка.

Таким образом, следует вывод о возможности градостроительного развития юга Сибири путём акупунктурного воздействия на определённые точки в системе расселения, которые являются опорными узлами с выгодным экономико-географическим расположением и недооценённым потенциалом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Bill Hillier*. Space is the machine. London : University College London, 2007. 368 p.
2. *Boeing G*. Urban spatial order: street network orientation, configuration, and entropy // *Applied Network Science*. 2019. 20 p. URL: <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0189-1>
3. *Erika Fille Tupas Legara, Lock Yue Chew*. Spatial Patterns in Urban Systems. Institute of High Performance Computing, Agency for Science Technology and Research, Singapore, Complexity Institute, Nanyang Technological University, Singapore, Baseride Technologies, Singapore, School of Physical and Mathematical Sciences, Nanyang Technological University, Singapore, 2016. 14 p.
4. *Jack Ahern*. Spatial Concepts, Planning Strategies, and Future Scenarios: A Framework Method for Integrating Landscape Ecology and Landscape Planning. Chapter 10 in *Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications*. Inc. New York. P. 175–201.
5. *Marcus Berliant*. Central Place Theory. Washington University in St. Louis, 2005. 4 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/23749688_Central_Place_Theory
6. *Mike Vivian, Robert Summers, Wesley Andreas*. Nodes and Corridors. A review of approaches to Nodes and Corridors planning and its potential application to Edmonton's context. University of Alberta School of Urban & Regional Planning, 2019. 35 p.
7. *Milica Ljubenovic, Mihailo Mitković*. The scenario method in urban planning // *Facta universitatis*. Series: Architecture and Civil Engineering. 2014. 16 p.
8. *Pasty Healey*. Urban complexity and spatial strategies. Towards a relational planning for our times. Routledge Taylor and Francis Group, 2007. 329 p.

9. *Petra Radeljak Kaufmann*. Scenario Method in Spatial Research and Planning // *Hrvatski Geografski Glasnik*. 2016. 28 p.
10. *Robert Goodspeed*. An Evaluation Framework for the Use of Scenarios in Urban Planning. Lincoln Institute of Land Policy, 2017. 40 p.
11. *Wen-Tai Hsu*. Central Place Theory and the Power Law for Cities // *The Mathematics of Urban Morphology*. 2019. P. 55–75.
12. *Yannis Ioannides, Henry G. Overman*. Spatial Evolution of the US Urban System. Centre for Economic Performance London School of Economics and Political Science Houghton Street, 2000. 43 p.
13. *Большаков А.Г.* Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры : 05.23.22 / Московский архитектурный институт (государственная академия). Москва, 2003. 424 с.
14. *Владимиров В.В.* Расселение и экология. Москва : Стройиздат, 1996. 392 с.
15. *Митягин С.Д.* Градостроительство. Эпоха перемен. Санкт-Петербург : Зодчий, 2016. С. 13–27.

REFERENCES

1. *Hillier B.* Space is the machine. London: University College London. 2007. 368 p.
2. *Boeing G.* Urban spatial order: Street network orientation, configuration, and entropy. *Applied Network Science*. 2019. 20 p. DOI: 10.1007/s41109-019-0189-1
3. *Erika Fille Legara*. Lock yue chew. Spatial patterns in urban systems. Institute of High Performance Computing, Agency for Science Technology and Research, Singapore, Complexity Institute, Nanyang Technological University, Singapore, Baseride Technologies, Singapore, School of Physical and Mathematical Sciences, Nanyang Technological University, Singapore 2016. 14 p.
4. *Ahern J.* Spatial concepts, planning strategies, and future scenarios: A framework method for integrating landscape ecology and landscape planning. Chapter 10 in *Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications*, Inc., New York. Pp. 175–201.
5. *Berliant M.* Central place theory. Washington University in St. Louis. 2005. 4 p. Available: www.researchgate.net/publication/23749688_Central_Place_Theory
6. *Vivian M., Summers R., Andreas W.* Nodes and corridors. A review of approaches to nodes and corridors planning and its potential application to Edmonton's context. University of Alberta School of Urban & Regional Planning, 2019. 35 p.
7. *Ljubenovic M., Mitković M.* The scenario method in urban planning. In: *Facta universitatis – series Architecture and Civil Engineering*. 2014. 16 p.
8. *Pasty Healey*. Urban complexity and spatial strategies. Towards a relational planning for our times. Routledge Taylor and Francis Group. 2007. 329 p.
9. *Petra Radeljak Kaufmann*. Scenario method in spatial research and planning. *Hrvatski Geografski Glasnik*. 2016. 28 p.
10. *Goodspeed R.* An Evaluation framework for the use of scenarios in urban planning. Lincoln Institute of Land Policy. 2017. 40 p.
11. *Wen-Tai Hsu*. Central place theory and the power law for cities. *The mathematics of urban morphology*. 2019. Pp. 55–75.
12. *Ioannides Ya., Overman H.G.* Spatial evolution of the US urban system. Centre for Economic Performance London School of Economics and Political Science Houghton Street. 2000. 43 p.
13. *Bol'shakov A.G.* Gradostroitel'naya organizatsiya landshafta kak faktor ustoichivogo razvitiya territorii: dis. d. arkh.: Moskovskii arkhitekturnyi institut (gosudarstvennaya akademiya) [Urban organization of landscape as a factor of sustainable development of the territory. DSc Thesis]. Moscow: Moscow Architectural Institute (State Academy), 2003. 424 p. (rus)
14. *Vladimirov V.V.* Rasselenie i ekologiya [Settlement and environment]. Moscow: Stroiizdat, 1996. 392 p. (rus)
15. *Mityagin S.D.* Gradostroitel'stvo. Epokha peremen [Urban planning. Age of changes]. Saint-Petersburg: Zodchii, 2016. Pp. 13–27. (rus)

Сведения об авторе

Скрябин Павел Владимирович, канд. архитектуры, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, paulskryabin@yandex.ru

Author Details

Pavel V. Skryabin, PhD, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia paulskryabin@yandex.ru

УДК 711.61, 712.25

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-92-105

*Г.П. ЕРОХИН, Л.Н. ЧИНДЯЕВА,
Новосибирский государственный университет архитектуры,
дизайна и искусств имени А.Д. Крычкова*

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО ПАРКА В НОВОСИБИРСКЕ

В работе приведены методология и результаты комплексного исследования особо охраняемой природной территории, памятника природы «Дендрологический парк» в г. Новосибирске. Актуальность обусловлена необходимостью выработки комплекса мероприятий по сохранению уникальной природной территории в структуре динамично развивающейся крупной градостроительной системы и в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на нее.

В ходе исследования применены методы натурного обследования с фотофиксацией и геопозиционированием, структурно-функционального анализа, анкетирования посетителей, геоинформационного, статистического и графического анализа, дендрологической оценки. В результате выполнена оценка современного состояния исследуемой территории, ее природных комплексов, роли в системе городских рекреационных пространств, характера транспортной и пешеходной доступности для населения.

Установлено, что в настоящее время дендрологический парк обладает значительным рекреационным потенциалом, отличается природным разнообразием, содержит уникальные естественные ландшафты и ценную дендрологическую коллекцию. Отмечено отсутствие полноценной рекреационной инфраструктуры, несоответствие уровня благоустройства требованиям безопасности и доступности среды для маломобильных групп населения. Показана необходимость восстановления и развития дендрологической коллекции.

Сделан вывод о возможности использования территории дендрологического парка для прогулочного, познавательного, оздоровительного отдыха и иных рекреационных функций без нанесения ущерба охраняемым природным комплексам и объектам. На основе данного исследования с учетом природоохранных принципов и подходов разработана архитектурно-планировочная концепция развития дендрологического парка.

Ключевые слова: памятник природы; дендрологический парк; городская среда; ландшафтная архитектура.

Для цитирования: Ерохин Г.П., Чиндяева Л.Н. Оценка современного состояния и архитектурно-планировочная концепция развития дендрологического парка в Новосибирске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 92–105.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-92-105

*G.P. EROKHIN, L.N. CHINDYAEVA,
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts*

CURRENT STATE AND ARCHITECTURAL PLANNING CONCEPT OF DENDROLOGICAL PARK DEVELOPMENT IN NOVOSIBIRSK

The paper presents the methodology and comprehensive study of the development of the Dendrological Park in Novosibirsk. A set of measures should be developed to preserve the

unique natural territory in the dynamically developing urban planning system in the anthropogenic conditions. Methodology includes making photographs, geo-positioning, structural and functional analysis, questionnaires, geoinformation, statistical and graphic analyses, and dendrological assessment. The current state of the Dendrological Park is studied, including its natural areas, urban recreational spaces, transport and pedestrian accessibility for the population. It is shown that the Dendrological Park has a significant recreational potential, natural diversity, unique natural landscapes and valuable collections. The disadvantages include the absence of a full-fledged recreational infrastructure, inconsistent meeting the safety and accessibility requirements. The Dendrological Park requires restoration and development. The Dendrological Park can be used for walking, educational, health-improving rest and other recreational measured without damaging the protected natural areas and objects. The architectural and planning concept is proposed for the development of the Dendrological Park.

Keywords: natural monument; dendrological park; urban environment; landscape architecture.

For citation: Erokhin G.P., Chindyaeva L.N. Otsenka sovremennogo sostoyaniya i arkhitekturno-planirovochnaya kontseptsiya razvitiya dendrologicheskogo parka v Novosibirske [Current state and architectural planning concept of dendrological park development in Novosibirsk]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 92–105.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-92-105

Расширение крупных городов сопровождается процессом поглощения пригородных природных ландшафтов, возрастающей антропогенной нагрузкой на озелененные пространства города, постепенным вытеснением и деградацией городской природной среды. В подобных условиях сохранение природных объектов в структуре крупных городов является приоритетной социальной, градостроительной и экологической задачей [1–4]. К таким объектам в Новосибирске относится памятник природы регионального значения «Дендрологический парк», который располагается непосредственно в структуре города и входит в состав Заельцовской природно-рекреационной зоны, включающей также Новосибирский зоопарк и ПКиО «Заельцовский». Особая ценность дендропарка обусловлена наличием на его территории коренных сосновых лесов и уникальной коллекции древесных растений (дендрария), которая была сформирована в середине прошлого века.

В настоящее время Новосибирский дендропарк – это крупный ландшафтный объект, который граничит с жилыми массивами и общественными пространствами города, он вовлечен в рекреационную активность горожан и при этом является важным звеном природно-экологического каркаса новосибирской градостроительной системы. Именно этим обусловлено повышенное внимание общественности города, экспертного сообщества, городской и областной власти к вопросам сохранения дендропарка как уникального природного объекта. В последнее десятилетие Новосибирский дендропарк становится объектом архитектурных конкурсов, научных исследований, экологических акций, инициативных работ по благоустройству.

Актуальность настоящего исследования обусловлена ростом неопределенности в представлении о будущем уникального природного объекта, это

связано с усилением антропогенной нагрузки, деградацией дендрологической коллекции, снижением его культурно-просветительского, научно-познавательного и экологического потенциала, всё это вызывает обеспокоенность городского сообщества. Кроме того, нарастающая неконтролируемая активность по периметру и в самом памятнике природы противоречит действующему режиму его охраны.

В этих условиях в целях выработки общего видения перспектив развития дендропарка в 2018 г. департамент природных ресурсов и экологии Новосибирской области инициировал выполнение комплексного исследования и разработку архитектурно-планировочной концепции развития дендропарка. Исследовательские и проектные работы были выполнены Новосибирским государственным университетом архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова (НГУАДИ) и Центральным сибирским ботаническим садом (ЦСБС СО РАН). Методология и основные результаты данной работы приводятся в настоящей статье.

Вопросы формирования систем озеленения крупных городов достаточно широко освещаются в научной литературе. В частности, практические и теоретические вопросы формирования парков как объектов ландшафтной архитектуры рассматриваются такими исследователями, как А.П. Вергунов [5], В.А. Горохов [1], В.С. Теодоронский [5, 6], М.М. Фатиев [6], В.В. Храпач [7] и др.; региональные особенности ландшафтной архитектуры отражены в работах А.А. Гончар [8], М.Р. Колпаковой [8] и др.; вопросы интродукции древесных растений в Сибирском регионе рассматриваются в исследованиях И.Ю. Коропачинской [9, 10], Т.Н. Встовской [9, 10], В.Т. Бакулина [11], В.В. Бакланского [11], Н.М. Большакова [11] и др.; экологический аспект сохранения городских лесов освещен в работах Ч. Валдхейма [2], Д. Кендала [3, 4], М. Макдоннелла [3] и др.; методология оценки состояния озелененных пространств, охраняемых природных территорий и перспективы повышения их экологической устойчивости рассматриваются в работах Г.А. Воронова [12], А.А. Зайцева [12], А.Н. Иванова [13], В.П. Чиждова [13], А.Г. Давей [14] и др.

Цель исследования – оценка современного состояния и потенциала развития дендрологического парка, определение наиболее предпочтительного сценария его функционирования в будущем, подготовка исходных данных и задания на разработку архитектурно-планировочной концепции.

В локальные задачи исследования также были включены вопросы изучения истории создания и развития дендропарка, локализация и современное состояние дендрологической коллекции, особенности современного функционирования и позиционирования парка в системе общественных пространств города, транспортной доступности, действующих планировочных ограничений и уровня современного благоустройства.

Работа проводилась в соответствии с техническим заданием и состояла из двух частей: прикладная НИР «Оценка современного состояния памятника природы областного значения “Дендрологический парк”»; «Архитектурно-планировочная концепция памятника природы областного значения “Дендрологический парк”».

Исследовательская часть работы состояла из следующих блоков: натурные обследования территории (дендрологические изыскания, фотофиксация, измерение пешеходного трафика и уровня шума); сбор и обработка данных из открытых источников (исторические, географические, социально-культурные, геологические и гидрологические аспекты); анализ ранее выполненных исследовательских работ и проектных предложений, действующей градостроительной документации; анализ и комплексная оценка территории парка и его роли и места в структуре города (состояние растительного и животного мира, современное использование, транспортная доступность, планировочные и иные ограничения, позиционирование в городской системе общественных пространств); выработка принципиальных вариантов развития территории; проведение серии общественных слушаний и выбор итогового сценария развития.

В ходе исследований использованы методы натурного обследования с фотофиксацией и геопозиционированием, структурно-функционального анализа, историко-генетических исследований, методы экспертных оценок, анкетирования посетителей, геоинформационного, статистического и графического анализа, дендрологической оценки [15–17]. При этом учитывались актуальные редакции нормативно-правовых актов и документов, регламентирующих охрану природных территорий, градостроительную деятельность и благоустройство, формирование среды, доступной для маломобильных групп населения. При выявлении таксономической принадлежности коллекционных древесных растений дендрологической коллекции использованы морфологические признаки, составляющие диагноз вида (характер габитуса, строение, форма и окраска листьев, побегов, фактуры коры, цветков, соцветий, плодов и др.). Сбор гербарных образцов и гербаризация коллекционных растений осуществлялись стандартными методами [9,10,18]. В ходе дендрологических исследований анализировалась способность видов к естественному возобновлению как показатель их адаптированности к условиям среды, устойчивость к болезням и энтомовамителям, а также их декоративные качества и особенности (рис. 1).

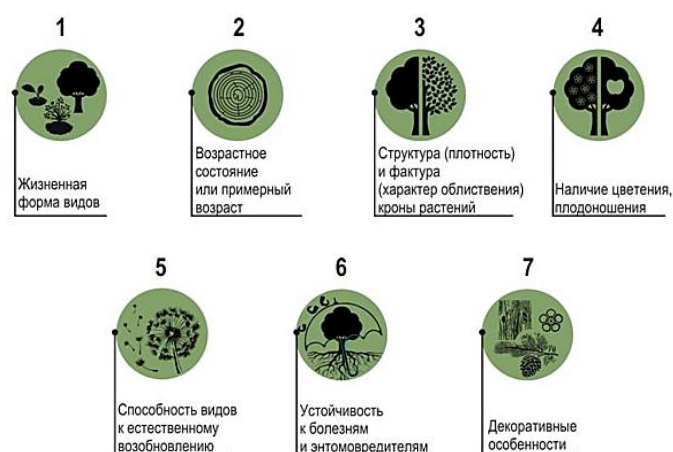


Рис. 1. Оцениваемые параметры древесных растений

При оценке жизненного состояния древесных растений выделяли категории здоровых деревьев, ослабленных (поврежденных), сильно ослабленных (сильно поврежденных), суховершинных, усыхающих и сухостойных деревьев [19]. Степень повреждений и поражений листьев биотическими и абиотическими факторами фиксировалась по шкале: слабые повреждения (степень повреждений до 10 % площади листьев), средние (10–20 %), сильные (21–40 %), очень сильные (свыше 40 %). Биометрические параметры фиксировали стандартными методами, высоту деревьев измеряли с помощью электронного высоотомера Haglof Electronic Clinometer, структуру и фактуру кроны оценивали путем сравнения с контрольными экземплярами.

История Новосибирского дендропарка связана с появлением и развитием в Новосибирске Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС), который был основан в 1946 г. по инициативе академика В.Л. Комарова в составе Медико-биологического института Западно-Сибирского филиала АН СССР. В 1961 г. Ботанический сад получил статус самостоятельного научно-исследовательского института и начал координировать деятельность научных и опытных учреждений Сибири и Дальнего Востока по интродукции и акклиматизации растений [11]. На его территории еще с 1950-х гг. формировались и пополнялись экспозиции живых растений, которые стали впоследствии основой современной коллекции дендрологического парка. После переноса ЦСБС в 1970-х гг. на 30 км южнее, в район строящегося Академгородка, территория дендропарка осталась под патронажем Ботанического лесничества. Впервые охранный статус дендропарк получил в 1977 г. как лесной памятник природы, с 1997 г. объект становится памятником природы областного значения. В 2017 г. правительством Новосибирской области разработано Положение о режиме особо охраняемой природной территории регионального значения Новосибирской области – «Дендрологический парк». На начальном этапе своего развития парк занимал периферийное по отношению к городу положение, постепенно в ходе территориального развития Новосибирска он оказывается включенным в городскую ткань. В настоящее время дендропарк находится на стыке жилых и рекреационных пространств: с юга он граничит с зоопарком, с востока – магистральная улица и крупный жилой район, с северо-запада – ПККО «Заельцовский».

В течение последних десятилетий границы Новосибирского дендропарка неоднократно менялись. После переезда Ботанического сада территория дендропарка утратила официальный научно-исследовательский статус, лишилась финансирования, внимания и ухода соответствующих специалистов. Постепенно происходит сокращение площади дендрологического парка, его границы сжимаются, за период со времени его образования площадь дендропарка сократилась (рис. 2).

Рост градостроительной активности по периметру парка, возросшая и неконтролируемая антропогенная нагрузка на территорию самого парка повлияли на состояние его природных комплексов, включая растительность, элементы рельефа, водные объекты. Вместе с тем выявлено, что включение дендропарка в структуру городской ткани благоприятно повлияло на его транспортную и пешеходную доступность, в часовой транспортной доступности проживает около

1350 тыс. горожан – 80 % всего населения города. Вблизи основного и второстепенных входов в дендропарк располагаются остановки наземного общественного транспорта, на расстоянии 1,5 км – ближайшая станция метро. Дендропарк пользуется большой популярностью у горожан как территория с живописными лесными ландшафтами и разнообразием растительности, это любимое и постоянное место прогулок не только в выходные дни, в период отпуска или школьных каникул, но также и в вечернее время в рабочие дни недели, особенно для жителей рядом расположенных жилых массивов.

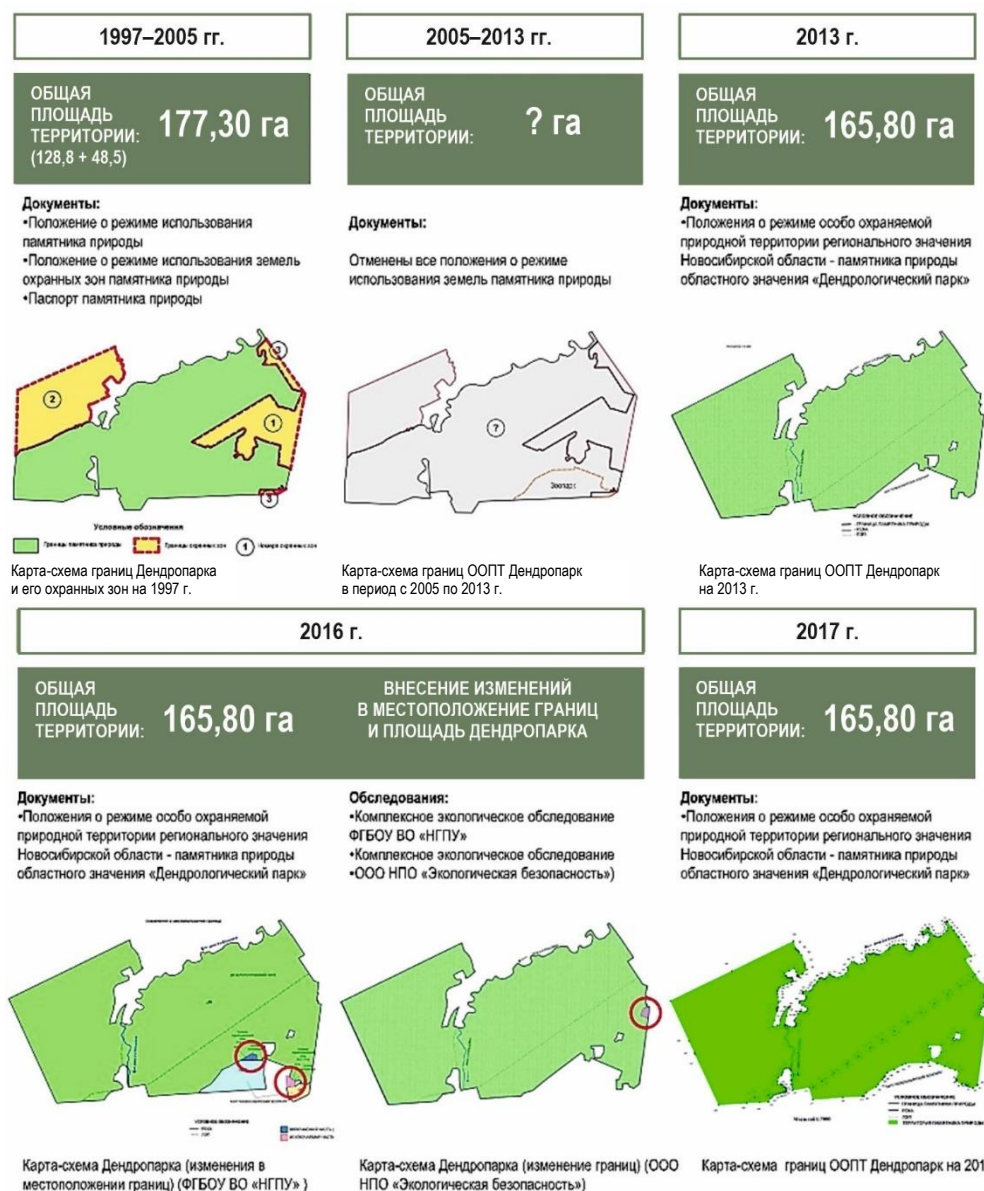


Рис. 2. Трансформация границ дендропарка в 1997–2017 гг.

Дендропарк входит в число 38 озелененных общественных пространств общегородского значения и является важнейшим компонентом перспективного Заельцовского рекреационного кластера Новосибирска [20]. На территории парка расположено несколько капитальных сооружений, частично благоустроенная дорожно-тропиночная сеть, на некоторых участках размещены малые архитектурные формы и уличное оборудование, центральные аллеи имеют новое покрытие и освещение. В числе действующих и прогнозируемых планировочных ограничений на территории отмечен режим особо охраняемой природной территории [13]; водоохранная зона реки 2-я Ельцовка; охранная зона ЛЭП; зона негативного воздействия перспективной магистрали скоростного движения «Заельцовская»; участки сохранившейся дендрологической коллекции (рис. 3).

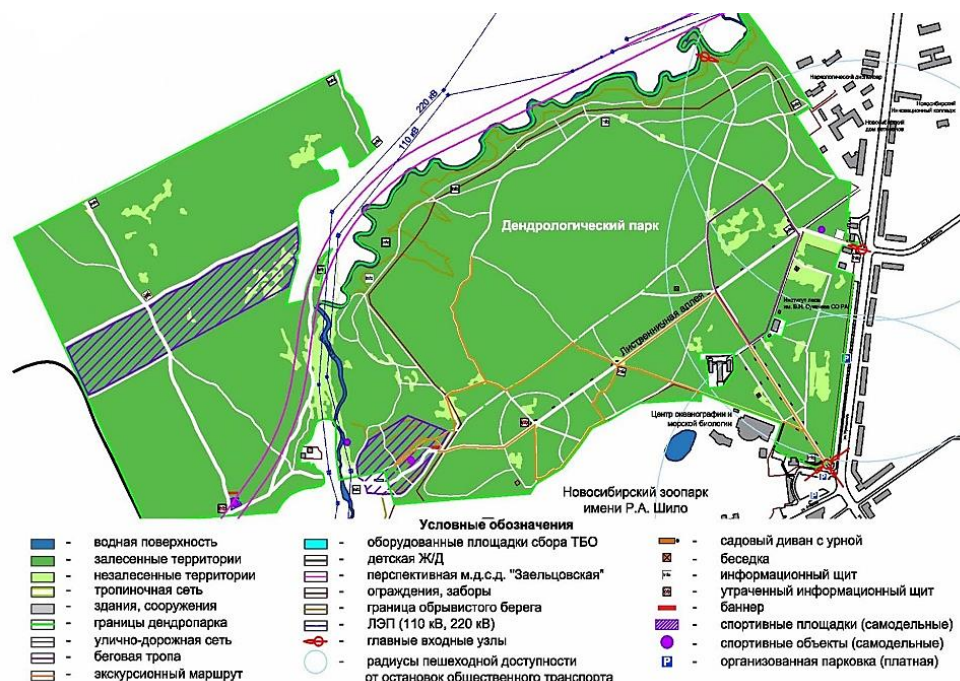


Рис. 3. Схема современного использования территории ООПТ «Дендрологический парк»

При исследовании экологических параметров территории установлен уровень шумового загрязнения разных зон и участков, максимальный уровень шума выявлен в зоне главного и второстепенных входов, где показатели шума достигают значений 50 дБ (рис. 4). В районе основных прогулочных маршрутов отмечен умеренный уровень шума, на большей части территории шумовой дискомфорт практически отсутствует. Основным источником шумового загрязнения является магистраль, примыкающая к южной границе парка.

Визуально-эстетическая оценка показала наибольшую привлекательность районов парка, расположенных в глубине территории: это зона основных прогулочных маршрутов, береговая линия р. Ельцовки и участки с лесными культурами сосны и березы, созданные во второй половине XX в.

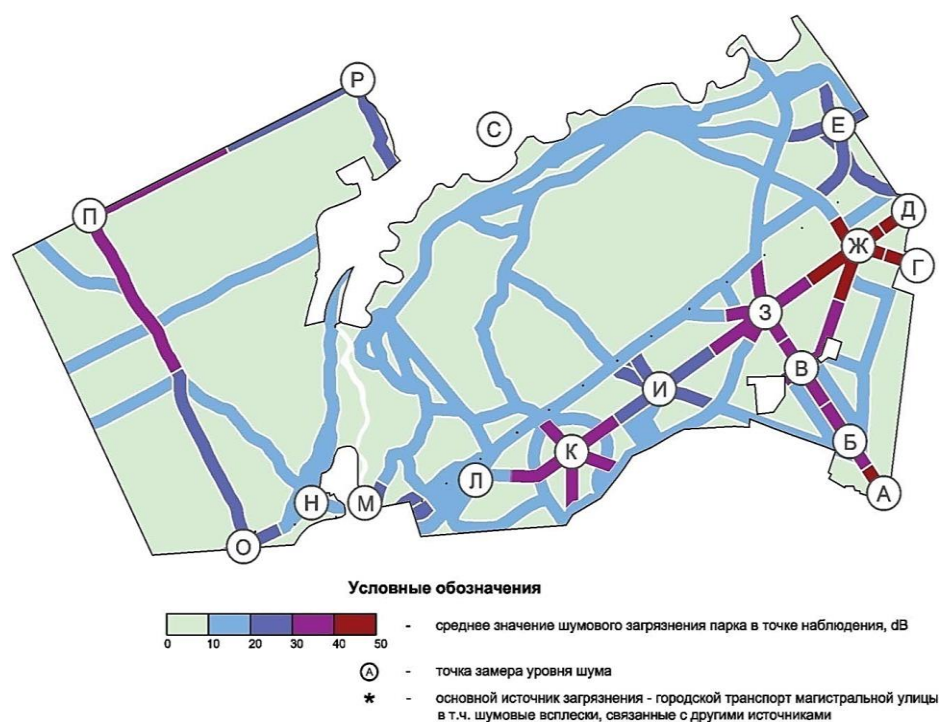


Рис. 4. Схема шумового загрязнения территории дендропарка

Наиболее высокая антропогенная нагрузка зафиксирована в прогулочных зонах вблизи основного и второстепенного входов, а также в районе главной и лиственничной аллеи, которые являются основным местом прогулок. Зафиксированное пиковое количество единовременных посетителей в указанных зонах превышало показатель 400 чел. в час. Максимальная численность посетителей парка фиксировалась в выходные дни с хорошей погодой: в субботу – в вечернее время, в воскресенье – в середине дня (рис. 5). Такая локализация антропогенной нагрузки связана в том числе с относительно высоким уровнем благоустройства основных аллей, наличием освещения и уличного оборудования, а также ухоженностью зеленых насаждений и наличием ценных в эстетическом отношении коллекционных растений [7]. Основные посетители парка – это люди, совершающие пешие и велопрогулки, занимающиеся скандинавской ходьбой и бегом, а также выгуливающие собак, значительное количество посетителей – родители с детьми (рис. 5). Сравнительно малочисленные группы составляют посетители, пребывающие здесь с культурно-просветительскими целями, и представители маломобильных групп населения, в зимнее время большая часть территории дендропарка практически не используется, это обусловлено отсутствием объектов зимней рекреационной инфраструктуры.

Установлен характер использования территории горожанами, выявлены и локализованы реализуемые здесь процессы и сценарии времяпрепровождения (рис. 6). К основным видам деятельности, которые осуществляются в пределах исследуемой территории, относятся рекреационно-прогулочная, спор-

тивно-оздоровительная, просветительская и научно-исследовательская. На территории дендропарка продолжают проводить научные исследования сотрудники НИИ СО РАН, здесь расположен виварий Института систематики и экологии животных, Западно-Сибирский филиал Института леса, специалисты ЦСБС проводят наблюдения и дендрологические исследования.

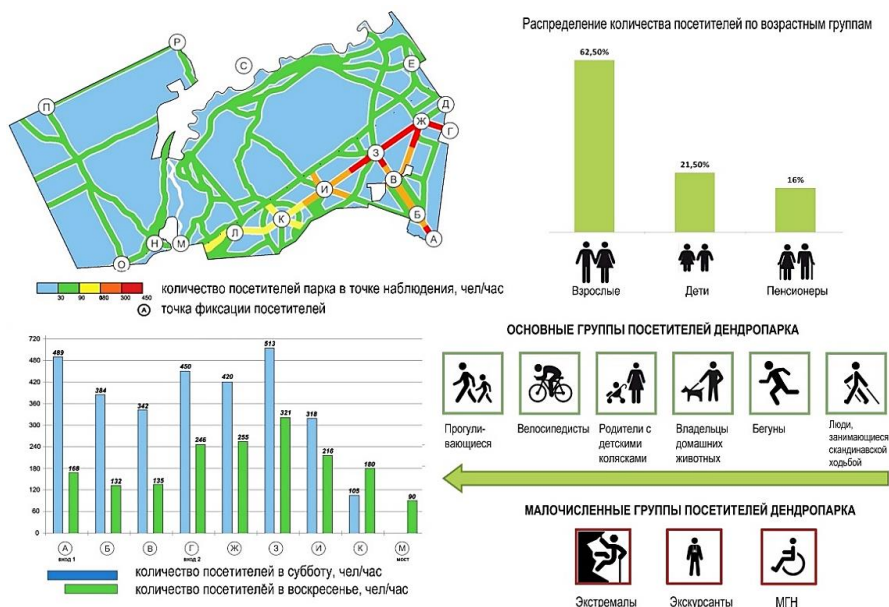


Рис. 5. Антропогенная нагрузка и распределение посетителей по социальным группам

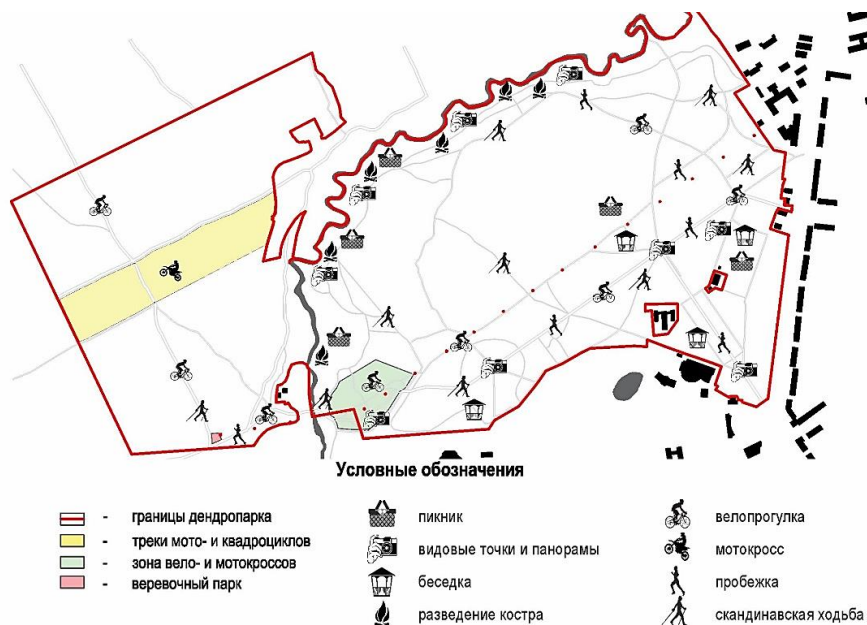


Рис. 6. Схема локализации видов деятельности на территории дендропарка

Коллекция древесных растений (дендрарий) по-прежнему остается важным природным компонентом, имеющим большое научное, познавательное и образовательное значение. Дендрарий был создан на площади 23 га в юго-западной части дендрологического парка, к 1960 г. он содержал свыше 300 видов древесных растений разных жизненных форм из 35 ботанических семейств и 87 родов, естественно произрастающих в Сибири, на Дальнем Востоке, в Северной Америке, Европе, зарубежной Азии. Живописная планировка дендрария позволила разместить коллекционные виды на сводных участках. Растения высаживались группами, куртинами, формировались аллеи, которые в настоящее время являются выразительными ландшафтными элементами (рис. 7).



Рис. 7. Аллеи из лиственницы сибирской (слева), березы повислой (в центре), тополя белого (справа)

Для осмотра дендрологических коллекций уже в 1950-х гг. были организованы экскурсионные маршруты. В питомнике из семян, черенков, сеянцев, поступавших из разных городов страны и из-за рубежа, для пополнения коллекции выращивались саженцы растений, велись исследования по акклиматизации видов в местных условиях [21]. Оценка современного состояния дендрария показала значительное сокращение дендрологической коллекции за прошедший период, всего выявлено 104 вида древесных растений из 25 ботанических семейств, включая редкие в Сибири экзоты. Некоторые из них сохранились в виде естественного потомства, что свидетельствует о высокой адаптивной способности видов.

Большая часть коллекционных деревьев и кустарников находится в удовлетворительном жизненном состоянии, некоторые отличаются высокими декоративными качествами. Отдельные виды имеют признаки ослабленного и сильно ослабленного состояния. Сокращение дендрологического фонда, которое выявлено в ходе исследований (рис. 8), произошло из-за воздействия природно-климатических факторов, ненадлежащих условий охраны и содержания, постоянно возрастающей антропогенной нагрузки. Для восстановления дендрологической коллекции требуется коренная реконструкция дендрария.

Также в ходе исследования установлено, что основная масса коллекционных растений в настоящее время закрыта для визуального восприятия посетителями, существующая дорожно-тропиночная сеть не соответствует целям реализации культурно-просветительской функции на территории парка, в частности организации экскурсий. На территории дендропарка отсутствует

минимальный перечень объектов обслуживания посетителей парка, что приводит к снижению комфорта пребывания и сужению целевой аудитории посетителей парка. Функционирование дендропарка и объектов, расположенных по его периметру, не взаимоувязаны и не синхронизированы. Действующая градостроительная документация не в полной мере соотносится с режимом охраны ООПТ. Подобная ситуация не согласуется с общепринятыми практиками [14, 18]. Проектом планировки прогнозируется рост посетителей Заельцовской зоны отдыха, в т. ч. за счет увеличивающегося населения прилегающих районов.

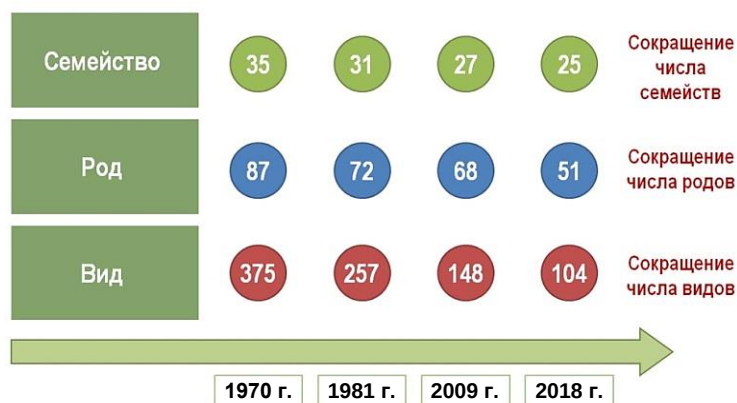


Рис. 8. Динамика таксономического состава дендрологической коллекции

Анализ данных цифровых следов (геотегов) за 2017–2018 гг. показал, что плотность фотофиксации на территории дендропарка значительно ниже, чем на смежной с ним территории Новосибирского зоопарка, который в настоящее время опережает дендропарк по популярности у жителей и гостей города. При этом дендрологический парк обладает значительным рекреационным потенциалом, отличается природным разнообразием, содержит уникальные естественные ландшафты и ценную дендрологическую коллекцию. Здесь возможно более рациональное распределение функций, развитие парковой инфраструктуры, расширение перечня городских активностей и набора сценариев досуга и отдыха горожан различных возрастных и социальных групп при соблюдении режима охраны памятника природы.

На основе проведенного комплексного исследования было разработано шесть принципиальных вариантов дальнейшего развития Новосибирского дендропарка, которые были представлены на трех сессиях общественных слушаний (экспертное сообщество; общественные организации и объединения жителей; студенты и школьники). Для каждого из предложенных вариантов предусмотрен определенный характер возможных преобразований, сочетание функций, процессов и видов городской активности, перечень размещаемых объектов, сооружений, элементов благоустройства. Таким образом, на обсуждение были представлены сценарии развития дендропарка – от консервативного «Охранно-заповедного» до «Радикально-урбанистического». Наибольшую под-

держку на слушаниях получили два сценария – «Компромиссный» и «Интеграционный». В результате их синтеза сформулирован итоговый вариант общего видения перспективного развития парка – «Специализированный парк с расширенным набором функций».

Таким образом, впервые в Новосибирске проведены комплексные исследования по изучению дендрологического парка – ценного внутригородского ландшафтного объекта, имеющего статус особо охраняемой природной территории. В ходе исследования выявлены основные проблемы развития дендропарка, его социокультурный, рекреационный и экологический потенциалы, разработаны и представлены на общественное обсуждение варианты перспективного развития парка, по результатам обсуждений сформулировано компромиссное видение перспектив развития дендропарка и на его основе впоследствии разработана концепция его планировочного развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Горохов В.А.* Зеленая природа города. Садово-парковое искусство России. Москва : Архитектура-С. 2012. 592 с.
2. *Waldheim C.* The landscape urbanism reader. New York, 2006. 295 p.
3. *McDonnell M.J., Kendal D.*, The ecology of urban forests // *Routledge Handbook of Forest Ecology*. New York: Routledge, 2018. P. 623–633.
4. *Kendal D.J., Zeeman B.J., Ikin K., Lunt I.D., McDonnell M.J., Farrar A., Pearce L.M., Morgan J.W.* The importance of small urban reserves for plant conservation // *Biological Conservation*. 2017. V. 213. P. 146–153.
5. *Скольская О.Б., Теодоронский В.С., Вергунов А.П.* Ландшафтная архитектура: специализированные объекты. Москва : ИЦ «Академия», 2008. 224 с.
6. *Фатиев М.М., Теодоронский В.С.* Строительство и эксплуатация объектов городского озеленения. Москва : Издательский дом «Инфра-М», 2019. 238 с.
7. *Храпач В.В., Щегринец Н.В.* Влияние благоустройства территории на рекреационную активность населения в Ставропольском ботаническом саду // *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2019. № 71. С. 236–244.
8. *Колтакова М.Р., Чиндяева Л.Н., Гончар А.А., Березина Е.А.* Ландшафтная архитектура Сибири. Новосибирск : Новосибирская государственная архитектурно-художественная академия, 2013. 150 с.
9. *Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю.* Определитель местных и экзотических древесных растений Сибири. Новосибирск : ГЕО, 2003. 702 с.
10. *Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н.* Древесные растения азиатской России. Новосибирск : ГЕО, 2012. 707 с.
11. *Бакулин В.Т., Бакланский В.В., Большаков Н.М. и др.* Интродукция древесных растений в лесостепном Приобье. Новосибирск : Наука, 1982. 32 с.
12. *Зайцев А.А., Воронов Г.А., Кулакова С.А., Мишланова Ю.Л.* Методика оценки состояния растительности и животного мира в лесной зоне при экологическом проектировании // *Географический вестник*. 2020. № 4 (55). С. 137–151.
13. *Иванов А.Н., Чижова В.П.* Охраняемые природные территории. Москва : Юрайт, 2017. 183 с.
14. *Davey A.G.* National system planning for protected areas: best practice protected area guidelines series. Gland : IUCN, 1998. № 1. 71 p.
15. *Базилевич А.М.* Географические и градостроительные методы ландшафтно-рекреационных исследований // *Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Международной ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова*. Воронеж : Истоки, 2018. С. 169–171.

16. Donahue M.L., Keeler B.L., Wood S.A., Fisher D.M., Hamstead Z.A., McPhearson T. Using social media to understand drivers of urban park visitation in the Twin Cities // *Landscape and Urban Planning*. 2018. V. 175. P. 1–10.
17. Gliozzo G., Pettoelli N., Haklay M. Using crowdsourced imagery to detect cultural ecosystem services: A case study in South Wales, UK, *Ecological Society*, 2016. V. 21 (3).
18. Красноторов И.М., Ломоносова М.Н., Шауло Д.Н. и др. Определитель растений Новосибирской области. Новосибирск : Наука. 2000. 492 с.
19. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // *Лесоведение*. 1989. № 4. С. 51–57.
20. Ложкин А., Архипова А., Гижицкая С., Голодяев К. и др. Зелёный Новосибирск. Новосибирск : ООО Издательский дом «Вояж», 2017. 128 с.
21. Скворцова А.В., Екатеринбургская З.Г. Рекомендации по использованию интродуцентов в лесном хозяйстве и озеленении. Новосибирск : НТО лесной промышленности и лесного хозяйства, 1981. 95 с.

REFERENCES

1. Gorokhov V.A. Zelenaya priroda goroda. Sadovo-parkovoe iskusstvo Rossii [Green nature of the city. Gardening art of Russia]. Moscow: Arhitektura-S, 2012. 592 p. (rus)
2. Waldheim C. The landscape urbanism reader. New York, 2006. 295 p.
3. McDonnell M.J., Kendal D. The ecology of urban forests. In: *Routledge Handbook of Forest Ecology*. New York: Routledge, 2018. Pp. 623–633.
4. Kendal D.J., Zeeman B.J., Ikin K., Lunt I.D., McDonnell M.J., Farrar A., Pearce L.M., Morgan J.W. The importance of small urban reserves for plant conservation. *Biological Conservation*. 2017. V. 213. Pp. 146–153.
5. Sokol'skaya O.B., Teodoronskii V.S., Vergunov A.P. Landshaftnaya arkhitektura: spetsializirovannye ob"ekty [Landscape architecture. Specialized objects]. Moscow: Akademiya, 2008. 224 p. (rus)
6. Fatiev M.M., Teodoronskii V.S. Stroitel'stvo i ekspluatatsiya ob"ektov gorodskogo ozeleneniya [Construction and operation of urban greening facilities]. Moscow: Infra-M, 2019. 238 p. (rus)
7. Khrapach V.V., Shchegrinets N.V. Vliyanie blagoustroystva territorii na rekreatsiionnyuyu aktivnost' naseleniya v Stavropol'skom botanicheskom sadu [The influence of landscaping on people's recreational activity in Stavropol botanical garden]. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*. 2019. No. 71. Pp. 236–244. (rus)
8. Kolpakova M.R., Chindyaeva L.N., Gonchar A.A., Berezina E.A. Landshaftnaya arkhitektura Sibiri [Landscape architecture of Siberia]. Novosibirsk, 2013. 150 p. (rus)
9. Vstovskaya T.N., Koropachinskii I.Yu. Opredelitel' mestnykh i ekzoticheskikh drevesnykh rastenii Sibiri [Local and exotic woody plants of Siberia]. Novosibirsk: GEO, 2003. 702 p. (rus)
10. Koropachinskii I.Yu., Vstovskaya T.N. Drevesnye rasteniya aziatskoi Rossii [Woody plants of Asian Russia]. Novosibirsk: GEO, 2012. 707 p. (rus)
11. Bakulin V.T., Baklanskii V.V., Bol'shakov N.M., et al. Introduktsiya drevesnykh rastenii v lesostepnom Priob'e. [Introduction of woody plants in the forest-steppe Ob region]. Novosibirsk: Nauka, 1982. 232 p. (rus)
12. Zaitsev A.A., Voronov G.A., Kulakova S.A., Mishlanova Yu.L. Metodika otsenki sostoyaniya rastitel'nosti i zhivotnogo mira v lesnoi zone pri ekologicheskom proektirovanii [Vegetation and wildlife state in the forest zone during environmental design]. *Geograficheskii vestnik*. 2020. No. 4 (55). Pp. 137–151. (rus)
13. Ivanov A.N., Chizhova V.P. Ohranyaemye prirodnye territorii [Protected natural areas]. Moscow: Yurait, 2017. 183 p. (rus)
14. Davey A.G. National system planning for protected areas: Best practice protected area guidelines series. No. 1. Gland: IUCN, 1998. 71 p.
15. Bazilevich A.M. Geograficheskie i gradostroitel'nye metody landshaftno-rekreatsiionnykh issledovaniy [Geographical and urban planning methods of landscape and recreational research in the collection]. In: *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: materialy XIII Mezhdunarodnoi landshaftnoi konferentsii, posvyashchennoi stoletiyu so dnya rozhdeniya F.N. Mil'kova (Proc. 13th Int. Conf. 'Modern*

- Landscape and Ecological State and Optimization of Natural Environment in Regions*). Voronezh, 2018. Pp. 169–171. (rus)
16. Donahue M.L., Keeler B.L., Wood S.A., Fisher D.M., Hamstead Z.A., Fisherc D.M., Hamsteadd Z.A., McPhearsone T. Using social media to understand drivers of urban park visitation in the Twin Cities. *Landscape and Urban Planning*. 2018. V. 175. Pp. 1–10.
 17. Gliozzo G., Pettorelli N., Haklay M. Using crowdsourced imagery to detect cultural ecosystem services: A case study in South Wales. UK, Ecological Society. 2016. V. 21 (3).
 18. Krasnoborov I.M., Lomonosova M.N., Shaulo D.N., et al. *Oprelidel' rastenii Novosibirskoi oblasti* [Plants in the Novosibirsk region]. Novosibirsk: Nauka, 2000. 492 p. (rus)
 19. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev [Vital state of trees and stands]. *Lesovedenie*. 1989. No. 4. Pp. 51–57. (rus)
 20. Lozhkin A., Arkhipova A., Gizhitskaya S., Golodyaev K., et al. *Zelenyi Novosibirsk* [Green Novosibirsk]. Novosibirsk, 2017. 128 p. (rus)
 21. Skvortsova A.V., Ekaterincheva Z.G. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu introdutsentov v lesnom khozyaistve i ozelenenii [Recommendations for the use of plants introduced in forestry and landscaping. Novosibirsk]. Novosibirsk, 1981. 95 p. (rus)

Сведения об авторах

Ерохин Григорий Порфирьевич, канд. архитектуры, доцент, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, 630099, г. Новосибирск, Красный пр., 38, g.erokhin@nsuada.ru

Чиндяева Людмила Николаевна, канд. биол. наук, lnich@yandex.ru

Authors Details

Grigorii P. Erokhin, PhD, A/Professor, Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, g.erokhin@nsuada.ru

Lyudmila N. Chindyaeva, PhD, Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, 38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia, lnich@yandex.ru

УДК 332.8

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-106-120

*Н.В. ГУСАКОВА,**Томский государственный архитектурно-строительный университет*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Исследование посвящено проблемам эффективности реализации региональных программ развития малоэтажного жилищного строительства. В работе проведен анализ программ развития жилищного строительства, который показал их несоответствие существующим инструментам градостроительного регулирования, правилам землепользования и застройки, нормам градостроительного проектирования и доступности для населения, а также отсутствие региональных программ развития малоэтажного жилищного строительства на удаленных территориях особых климатических режимов для отдельных категорий граждан, занятых в социально значимых отраслях.

Настоящее исследование позволяет установить проблемы развития малоэтажного жилищного строительства в регионе, обосновать методический инструментарий для разработки новых региональных программ развития малоэтажного жилищного строительства, которые, в свою очередь, должны соответствовать требованиям современной комфортной среды проживания для решения социально-экономических задач.

Ключевые слова: малоэтажное жилищное строительство; региональные программы; доступное жилье; жилищное строительство; льготное жилье; жилищные условия.

Для цитирования: Гусакова Н.В. Анализ эффективности реализации региональных программ в области совершенствования жилищного строительства // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 106–120.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-106-120

*N.V. GUSAKOVA,**Tomsk State University of Architecture and Building*

EFFECTIVENESS OF REGIONAL PROGRAMS ON THE IMPROVEMENT OF HOUSING DEVELOPMENT

The paper is devoted to the implementation effectiveness of the regional programs on low-rise housing development. The analysis shows the program inconsistency with the existing instruments of urban planning, land management, accessibility for the population. Such programs are insufficient in regions with specific climatic conditions, for citizens employed in socially significant industries.

This paper shows the problems of low-rise housing in the region, substantiates methodological tools for the development of new regional programs in this field, which, in turn, must meet the requirements of comfortable living conditions in order to solve socio-economic problems.

Keywords: low-rise housing; regional programs; affordable housing; housing construction; affordable housing; living conditions.

For citation: Gusakova N.V. Analiz effektivnosti realizatsii regional'nykh programm v oblasti sovershenstvovaniya zhilishchnogo stroitel'stva [Effectiveness of regional programs on the improvement of housing development]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 106–120.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-106-120

Введение

В настоящее время в нашей стране активно разрабатываются документы стратегического территориального планирования с реализацией приоритетных национальных проектов по основным проблемным сферам жизнедеятельности – жилищное строительство, здравоохранение, образование и сельское хозяйство. Актуальность и важность данных проектов продиктованы современными условиями экономической и социальной жизни, а повышение уровня и качества жизни населения становится основным вектором движения всех цивилизованных государств.

Одним из главных условий повышения уровня и качества жизни населения являются жилищные условия. Жилищное строительство, являясь мощным инструментом в решении социально-экономических задач, способствует обеспечению населения жильем и созданию рабочих мест, а также влияет на демографическую ситуацию и социальную стабильность в обществе. Внимание государства к развитию строительного комплекса акцентировано на разработке и внедрении программ стимулирования жилищного строительства [1].

Любая государственная программа является сложным плановым документом, при формировании которого должны быть сформулированы название, цель и задачи программы. Реализация цели и задач программы предусматривается за счет подпрограмм. Целью подпрограммы является решение одной или нескольких задач программы, направленное на достижение ожидаемых результатов и целевых индикаторов [2].

Методология

На сегодняшний день в РФ меры государственной поддержки для граждан ограничены передачей денежных средств и контролем за их использованием. Выдача денежной субсидии направлена на самостоятельное приобретение недвижимости, которой в большинстве случаев не хватает для покупки комфортного, энергоэффективного жилья, следовательно, гражданам приходится дополнительно задействовать иные механизмы получения денежных средств (например, ипотека), которые чаще всего не могут быть получены. Это связано с тем, что денежная субсидия в основном выделяется семьям или специалистам, которые ограничены в денежных средствах, и дополнительная поддержка в виде ипотеки может вызывать трудности с ее получением. Виды государственной поддержки, которые можно разделить по способу их предоставления, показаны в табл. 1.

Таким образом, получается замкнутый круг: субсидию граждане получить могут, но приобрести жилье на эти средства не представляется возможным. Следующий возможный вариант – предоставление жилья взамен денежной субсидии, но на рынке недвижимости практически отсутствует жилье,

которое не только соответствует ценовой сегментации, но и является комфортным и энергоэффективным. Наиболее остро эта ситуация проявляется на территориях с низким уровнем социально-экономического развития, в малых городах и поселениях, удаленных от крупных центров, где к тому же наблюдается глубинная проблема отсутствия кадров в социально значимых отраслях (медицина, образование и т. д.).

Таблица 1

Виды государственной поддержки граждан

Виды государственной поддержки	Назначение государственной поддержки
1. Денежная субсидия	Денежные средства могут быть использованы строго по целевому назначению: налоговый вычет, программы помощи молодой семье, материнский капитал, для выезжающих с Крайнего Севера, военных, «Земский учитель», «Земский доктор» и «Земский фельдшер», малоимущим и бюджетникам
2. Иные виды поддержки, не связанные с непосредственной выдачей денег	Льготная ипотека, ипотечные каникулы, реструктуризация ипотеки особым категориям граждан, военным, детям-сиротам

Выход из этой ситуации возможен в развитии организационно-экономического механизма, который был бы направлен на решение этих проблем. Необходима разработка новых региональных программ, которые бы включали в себя эти механизмы и способствовали развитию жилищного строительства в целях решения социально-экономических задач [3].

Также отметим, что государственная поддержка бывает федеральной и региональной. В федеральных программах задается основное направление и минимальный предел по размеру помощи, а региональные программы, в свою очередь, конкретизируют условия и дополняют федеральную помощь из местного бюджета. Отдельно региональные программы без федеральных программ практически не существуют.

На сегодняшний день основным документом, на основании которого разрабатываются и действуют как федеральные, так и региональные программы, направленные на улучшение жилищных условий граждан РФ, является Постановление Правительства РФ от 30.12.2017 г. № 1710 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации»», рассчитанной на 2018–2025 гг., которая включает в себя несколько подпрограмм и проектов, а именно: выплаты молодым семьям на улучшение жилищных условий, переселение граждан из ветхого и аварийного жилья, мероприятия по поддержке вынужденных переселенцев, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, и многое другое [4].

Отметим, что в регионах могут быть свои особенности, но в Жилищном кодексе РФ четко определены лица, имеющие право на улучшение жилищных условий (рис. 1).

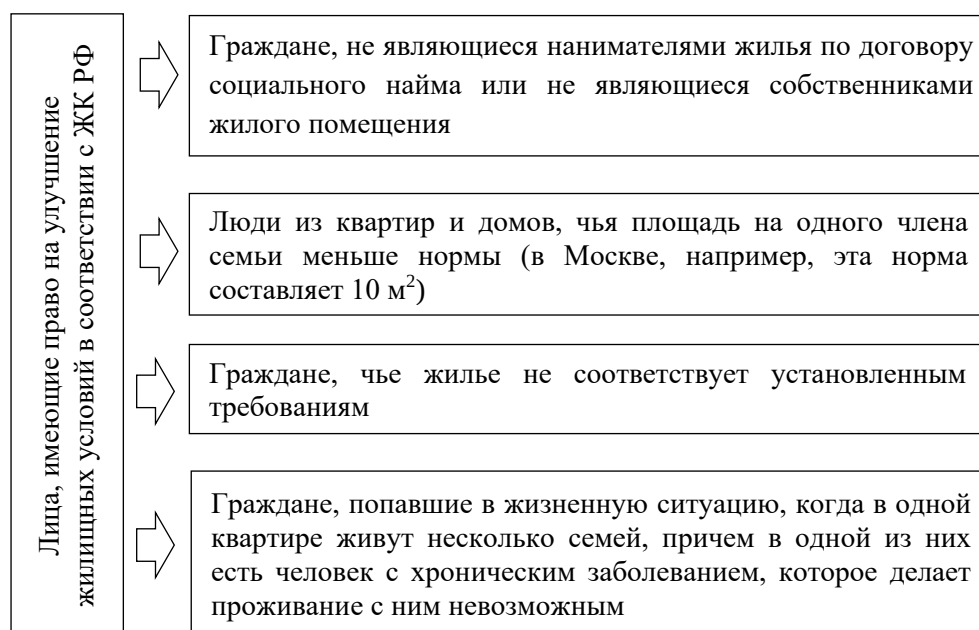


Рис. 1. Лица, имеющие право на улучшение жилищных условий в соответствии с Жилищным кодексом РФ (составлен автором)

Целью проекта «Жилье» является увеличение объема жилищного строительства не менее чем до 120 млн м² в год. Доля ИЖС в общем объеме составила 46 %, в том числе: в Чеченской Республике, Белгородской, Мурманской и Ульяновской областях – от 81 до 89 %, в Еврейской автономной области – 100 %.

Основной показатель по увеличению объема жилищного строительства не менее чем до 120 млн м² в год достигнут в 2020 г. только 25 субъектами, или 29 %, и не достигнут 60 субъектами, или 71 %.

Самое низкое достижение значений показателя (менее 60 %) отмечается в Чукотском автономном округе (9 %), Ненецком автономном округе (29 %), Еврейской автономной области (37 %), Республике Дагестан (45 %), Чеченской Республике (50 %), Ямало-Ненецком автономном округе (52 %), Магаданской области (53 %), Астраханской и Мурманской областях (58 %), Республике Ингушетия (59 %), Костромской области (60 %).

Доля ИЖС в общей площади введенного жилья составила 51 %; в республиках Алтай и Тыва, Камчатском крае, Липецкой и Орловской областях – от 90 до 99 %, в Республике Ингушетия, Мурманской области, Еврейской автономной области – 100 %, что указывает на увеличение потребности населения в ИЖС по сравнению с 2019 г., по итогам которого доля ИЖС составила 46 %.

Проект «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» предполагает обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда с расселением к 31.12.2024 г. не менее 530,8 тыс. чел. из 9,56 млн м² аварийного фонда.

Реализация ФП осуществляется путем предоставления финансовой поддержки из федерального бюджета бюджетам субъектов через государственную корпорацию – Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства (Фонд ЖКХ) для расселения МКД, признанных до 01.01.2017 г. аварийными и подлежащими сносу или реконструкции в связи с физическим износом в процессе их эксплуатации.

В рамках ФП в 2020 г. переселено 40,58 тыс. чел. из 663,03 тыс. м² аварийного фонда, или соответственно 495 и 470 % установленных на 2020 г. значений (8,2 тыс. чел., 141,0 тыс. м²). Целевой показатель ФП достигнут 84 субъектами (в г. Москве такой фонд отсутствует), в том числе городами Санкт-Петербург и Севастополь, реализующими программы без участия средств Фонда ЖКХ. При этом наибольшей проблемой регионы называют несовершенство методики определения норматива стоимости 1 м² общей площади по России и средней рыночной стоимости 1 м² по субъектам.

Целью проекта «Ипотека» является обеспечение семей со средним достатком доступным жильем с использованием ипотечного кредита со ставкой меньше 8 %. В рамках ФП «Ипотека» в 2019 г. не достигнуты значения 4 показателей из 7, а именно:

- количество ипотечных жилищных кредитов (траншей) в рублях и иностранной валюте, предоставленных физическим лицам за год, – 1,27 млн ед., или 81 % установленного значения (1,56 млн ед.);
- объем строительства МКД, профинансированный за счет ипотечного кредитования, – 17,5 млн м², или 88 % значения (20,0 млн м²);
- объем выдачи ипотечных кредитов на приобретение жилья на первичном рынке – 0,34 млн ед., или 85 % значения (0,40 млн ед.);
- объем выданных ипотечных жилищных кредитов (траншей) в рублях и иностранной валюте, предоставленных физическим лицам за год, – 2,84 трлн руб., или 89 % установленного значения (3,19 трлн руб.) [5, 6].

При этом значения четырех показателей национального проекта за 2019 г. были уменьшены запросом на изменение паспорта национального проекта в мае 2020 г., в результате чего значения двух основных показателей ФП «Ипотека» оказались достигнутыми. Это указывает на недостаточно качественное планирование значений показателей ФП и их последующее занижение под фактически достигнутые результаты через полгода после окончания отчетного периода.

Отдельно отмечено, что для удаленных территорий особых климатических режимов на сегодняшний день существует государственная программа Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» на 2020–2025 гг.

Целями программы является сохранение доли сельского населения, достижение соотношения среднемесячных располагаемых ресурсов сельского и городского домохозяйств, повышение доли общей площади благоустроенных жилых помещений в сельских населенных пунктах [7].

Направления подпрограммы:

- а) «Создание условий для обеспечения доступным и комфортным жильем сельского населения».

Цели подпрограммы:

- к 2026 г. обеспечение объема ввода (приобретения) не менее 1,33 млн м² жилья для 15,3 тыс. семей, проживающих и работающих на сельских территориях;

- обеспечение объема ввода не менее 104,93 тыс. м² жилых домов, построенных с использованием деревянного домостроения;

- улучшение жилищных условий 122 тыс. семей, проживающих на сельских территориях, путем предоставления ипотечных кредитов (займов) по льготной ставке от 0,1 до 3 % годовых;

- повышение уровня благоустройства не менее 350,9 тыс. сельских домовладений;

- обустройство инженерной инфраструктуры и благоустройство не менее 850 площадок, расположенных на сельских территориях, под компактную жилищную застройку.

б) «Создание и развитие инфраструктуры на сельских территориях».

Цели подпрограммы:

- к 2022 г. обеспечить ввод в действие не менее 1,48 тыс. км распределительных газовых сетей;

- не менее 1,3 тыс. км локальных водопроводов;

- не менее 20 % комплексного обустройства площадок, расположенных на сельских территориях, под компактную жилищную застройку;

- к 2026 г. обеспечить строительство не менее 2,58 тыс. км автомобильных дорог общего пользования к объектам, расположенным (планируемым к созданию) в сельских населенных пунктах;

- реализацию не менее 31,3 тыс. проектов по благоустройству сельских территорий;

- реализацию не менее 3831 проекта комплексного развития сельских территорий или сельских агломераций в субъектах Российской Федерации.

Общий объем финансового обеспечения указанных мероприятий в 2018–2020 гг. составил 41,1 млрд руб. (рис. 2).

Помимо высокой потребности сельских жителей в улучшении жилищных условий, оказываемая государственная поддержка по развитию инженерной инфраструктуры сельских территорий также является недостаточной. На 01.01.2020 г. уровень газификации этих территорий составляет 60,7 %, а уровень обеспеченности сельских жителей питьевой водой – 67,9 %.

Принятие и реализация с 2020 г. профильной госпрограммы «Комплексное развитие сельских территорий» имеет огромное значение для нашей страны, т. к. основой для всех граждан является повышение уровня и качества жизни. Регионы, имеющие низкий уровень бюджетной обеспеченности, практически ограничены в отборе проектов для участия в программе. Большая часть сельских поселений не может участвовать в системе отбора из-за высокой стоимости разработки и экспертизы проектно-сметной документации [8].

Программа «Развитие индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации» разработана в соответствии с целевыми показателями и задачами государственной политики по развитию жилищной сферы, поставленными в Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2018

№ 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».



Рис. 2. Финансовое обеспечение реализации мероприятий комплексного развития сельских территорий, млрд руб. (составлен автором)

МЖС в большинстве случаев осуществляется собственниками хозяйственным способом или с привлечением рабочих при отсутствии типовых проектов строительства. Это приводит к разнородной застройке зданий с низким уровнем качества, отсутствием требуемых нормативов. Также нередко обеспечение необходимой инженерной и дорожной инфраструктурой участка обеспечивается силами собственников, что приводит к увеличению нарушений норм градостроительства и влечет за собой возможный снос построенных объектов [9].

Таким образом, на территории России существуют программы развития жилищного строительства, но практически все они ограничены передачей денежных средств. Отмечено, что новое строительство жилых зданий на удаленных от крупных центров поселений практически не ведется. Каждый год наблюдается отток трудоспособного населения на таких территориях.

В настоящее время крайне неутешительная ситуация в сельской местности с отдельными категориями граждан (врачи, учителя, работники культуры, АПК и т. д.). Статистика приводит данные о нехватке более 25 тыс. чел. Эту проблему в малых городах и на селе решают с помощью действующих программных мероприятий материально-технического обеспечения отдельных категорий граждан, проживающих в сельской местности (табл. 2).

Таблица 2

**Действующие программные мероприятия
материально-технического обеспечения отдельных категорий граждан,
проживающих в сельской местности***

Программа «Комплексное развитие сельских территорий», подпрограмма «Создание условий для обеспечения доступным и комфортным жильем сельского населения»	
Участники	Гражданин, постоянно проживающий на сельских территориях (подтверждается регистрацией в установленном порядке по месту жительства) Гражданин, изъявивший желание постоянно проживать на сель- ских территориях
Выплата	Расчетная стоимость строительства (приобретения) жилья, исполь- зуемая для расчета размера социальной выплаты, определяется исходя из размера общей площади жилого помещения, установ- ленного для семей разной численности (33 м ² – для одиноких граждан, 42 м ² – на семью из 2 чел. и по 18 м ² на каждого члена семьи при численности семьи, составляющей 3 и более чел.), и стоимости 1 м ² общей площади жилья на сельских территориях в границах субъекта РФ, утвержденной органом исполнительной власти на очередной финансовый год, но не превышающей сред- ней рыночной стоимости 1 м ² общей площади жилья по субъекту РФ, определяемой Министерством строительства и ЖКХ РФ на I квартал очередного финансового года
Условия предоставления выплаты	а) гражданин, постоянно проживающий на сельских территориях, при этом: – работает по трудовому договору или ИП в сфере АПК, или соци- альной сфере, или в организациях, осуществляющих ветеринар- ную деятельность для сельскохозяйственных животных (основное место работы) – имеет высшее или среднее ветеринарное образование – имеет собственные и (или) заемные средства в размере не менее 30 % расчетной стоимости строительства (приобретения) жилья – признанный нуждающимся в улучшении жилищных условий – не имеющий в собственности жилого помещения (жилого дома) на сельских территориях в границах муниципального района, на которые гражданин изъявил желание переехать на постоянное ме- сто жительства б) гражданин, изъявивший желание постоянно проживать на сель- ских территориях и при этом характеризуется теми же качествами, представленными в пункте «а» Для «а» и «б» – не менее 5 лет со дня получения социальной вы- платы трудовой или предпринимательской деятельности в органи- зациях одной сферы деятельности на сельской территории, в кото- рой было построено (приобретено) жилье за счет средств социаль- ной выплаты

Продолжение табл. 2

Программа «Комплексное развитие сельских территорий», подпрограмма «Создание условий для обеспечения доступным и комфортным жильем сельского населения»	
Территории	Сельские поселения или сельские поселения и межселенные территории, объединенные общей территорией в границах муниципального района. Сельские населенные пункты, входящие в состав городских поселений, муниципальных округов, городских округов (за исключением городских округов, на территориях которых находятся административные центры субъектов РФ). Сельские населенные пункты, входящие в состав внутригородских муниципальных образований г. Севастополя. Рабочие поселки, наделенные статусом городских поселений. Рабочие поселки, входящие в состав городских поселений, муниципальных округов, городских округов (за исключением городских округов, на территориях которых находятся административные центры субъектов РФ)
Цели средств	Строительство жилого дома, реконструкцию путем пристраивания жилого помещения к имеющемуся жилому дому на сельских территориях, в том числе на завершение ранее начатого строительства жилого дома На участие в долевом строительстве жилых домов (квартир) на сельских территориях На приобретение жилого помещения (жилого дома) на сельских территориях
Примечание	Условием использования гражданином социальной выплаты является осуществление гражданином не менее 5 лет со дня получения социальной выплаты трудовой или предпринимательской деятельности в организациях одной сферы деятельности на сельской территории, в которой было построено (приобретено) жилье за счет средств социальной выплаты Жилое помещение, на строительство (приобретение) которого предоставляется социальная выплата, должно быть: – пригодным для постоянного проживания – обеспечено централизованными или автономными инженерными системами (электроосвещение, водоснабжение, водоотведение, отопление, а в газифицированных районах также и газоснабжение) – не меньше размера, равного учетной норме площади жилого помещения в расчете на 1 члена семьи, установленной органом МСУ
Программа «Земский учитель»	
Участники	Учитель
Выплата	1 млн руб. с переездом в сельскую местность 2 млн руб. с переездом в Дальневосточный федеральный округ
Условия предоставления выплаты	Возрастные ограничения – не старше 55 лет. Наличие профильного среднего или высшего образования. Предоставление жилья – обязательное условие. Соответствие профстандартам и (или) квалификационным требованиям согласно квалификационным справочникам

Продолжение табл. 2

Программа «Земский учитель»	
Условия предоставления выплаты	Переезд для трудоустройства в сельскую местность или в населенный пункт численностью менее 50 тыс. чел. Работа по трудовому договору в течение 5 лет или более Возраст претендента на момент подачи документов должен быть: – до 30 лет – в Краснодарском крае – до 45 лет включительно – в Сахалинской области – до 50 лет включительно – в Архангельской, Брянской, Омской областях, в республиках Башкортостан и Северная Осетия – Алания В остальных субъектах РФ либо указывается возраст до 55 лет, либо он вовсе не уточняется
Территории	Сельское поселение Рабочий поселок Поселок городского типа Небольшое городское поселение, численность населения которого не превышает 50 тыс. чел.
Цели средств	Финансовая поддержка от государства не предусматривает целевое использование средств Потратить их можно на любые цели: – покупка недвижимости – погашение ипотеки – погашение кредита – покупка автомобиля – плата за собственное обучение или расходы на других членов семьи – другие расходы на личные нужды
Примечание	Декретный отпуск может быть засчитан в пятилетний срок отработки по решению властей области. Если учитель увольняется раньше чем через 5 лет, он обязан вернуть полученный 1 (2) млн руб. в полном объеме независимо от того, сколько лет он уже отработал Причинами расторжения контракта могут быть: – несоответствие занимаемой должности – заявление на увольнение по собственному желанию
Программа «Земский доктор»	
Участники	Медицинский работник
Выплата	В возрасте до 50 лет – до 1 млн руб. на улучшение своих жилищных условий В возрасте 50 лет могут получить только 500 тыс. руб.
Условия предоставления выплаты	Иметь медицинское образование. Переехать на работу в населенный пункт с численностью до 50 тыс. чел. Заключить трудовой договор с медицинским учреждением на срок не менее 5 лет
Территории	Рабочие поселки Сельские населенные пункты Поселки городского типа Маленькие города с населением до 50 тыс. чел.

Окончание табл. 2

Программа «Земский доктор»	
Цели средств	На приобретение дома или квартиры Покупку земельного участка для строительства дома Постройку жилого помещения
Примечание	Субсидии медицинским работникам предоставляются только по дефицитным вакансиям. Порядок реализации программы определяется властями региона самостоятельно
Программа «Земский фельдшер»	
Участники	Фельдшер
Выплата	500 тыс. руб., том случае, если населенный пункт находится на удаленной или труднодоступной территории (перечень таких территорий утверждается региональными властями), – 750 тыс. руб.
Условия предоставления выплаты	Не старше 50 лет. Оконченное медицинское образование (в средних профессиональных учебных заведениях) – наличие диплома государственного образца с отметкой о приобретенной специальности фельдшера. Проживать на постоянной основе в селе, поселке городского типа, малонаселенном городе или в рабочем поселке. Заключить трудовой договор с медицинским учреждением на срок не менее 5 лет. В течение этого срока фельдшер должен трудиться на полную ставку
Территории	Рабочие поселки, сельские населенные пункты, поселки городского типа, маленькие города с населением до 50 тыс. чел.
Цели средств	На аренду, покупку или строительство собственного жилья
Примечание	Окончательный перечень условий участия уточняется у властей выбранного региона. Контракт расторгается в случае необходимости несения воинской службы по призыву. Однако фельдшер имеет право либо вернуть денежные средства, либо вернуться на работу в село после службы

* Составлено автором.

1. Государственная программа Российской Федерации Комплексного развития сельских территорий на период 2020–2025 гг., которая направлена на создание условий для обеспечения доступным и комфортным жильем сельского населения [10].

2. В 2012 г. Правительством РФ была разработана программа государственной поддержки «Земский доктор», которая направлена на привлечение молодых специалистов в области здравоохранения в небольшие города и села. Молодым специалистам предоставляется выплата в размере до 2 млн руб. на приобретение жилья [11].

3. Государственная программа «Земский учитель». В 2019 г. на федеральном уровне разработан проект, который поможет привлечь на село молодых педагогов за счет подъемных денежных средств. Программа действует по аналогии с уже существующей программой «Земский доктор», которая позволила привлечь молодых квалифицированных медицинских работников. Поста-

новлением от 9 ноября 2019 года № 1430 утверждены Правила предоставления и распределения субсидий субъектам Федерации на осуществление единовременных компенсационных выплат в размере до 2 млн руб. учителям [12].

В результате анализа действующих программных мероприятий материально-технического обеспечения отдельных категорий граждан, проживающих в сельской местности, было установлено, что по факту за расходованием средств контроль не установлен. Предполагается, что человек, работая в сельской местности в течение 5 лет, так или иначе эти средства потратит на покупку жилья.

Проанализировав существующие на сегодня действующие программные мероприятия материально-технического обеспечения отдельных категорий граждан, проживающих в сельской местности, можно сказать, что они не охватывают МЖС на удаленных территориях особых климатических режимов. Отдельные категории граждан, решившие купить жилье на выделяемые средства, сталкиваются с его отсутствием. Чаще всего в малых городах и поселениях, удаленных от крупных центров, наблюдается отсутствие рынка жилья. В связи с этим возможны следующие варианты приобретения жилья в данной местности:

- приобретение существующего дома, который в большинстве случаев не отвечает современным требованиям комфорта, безопасности и энергоэффективности;
- приобретение жилья с использованием заемных средств;
- строительство дома хозяйственным способом.

Так или иначе, отдельные категории граждан, которые проживают на удаленных территориях особых климатических режимов, и граждане, которые переехали для работы, нуждаются в комфортном жилье, которого на данных территориях нет. Соответственно, для стимулирования процессов развития МЖС на этих территориях необходима разработка новых программ развития МЖС, которая, в свою очередь, будет включать в себя организационно-экономический механизм, направленный не на выдачу денежных сертификатов или выплаты материального характера отдельным категориям граждан, а на предоставление нового, комфортного жилья, соответствующего требованиям безопасности, энергоэффективности, которое позволит увеличить темпы развития МЖС, обеспечить устойчивое развитие сельских территорий и рациональное использование бюджетных средств [13].

Разработка новых региональных программ развития МЖС позволит:

- увеличить объемы МЖС на удаленных территориях особых климатических режимов;
- улучшить жилищные условия и качество жизни населения;
- комплексно обустроить населенные пункты объектами социальной и инженерной инфраструктуры, в том числе осуществить развитие газификации, водоснабжения, реализацию проектов комплексного обустройства площадок под компактную жилищную застройку;
- создать условия для закрепления в регионе высококвалифицированных трудовых ресурсов (молодых специалистов в области образования, меди-

цины, спорта и культуры), формирования предпосылок положительной динамики демографических процессов.

В настоящее время целевая направленность региональных программ в сфере МЖС ориентирована на увеличение объемов ввода нового строительства в эксплуатацию. В программах не отражены целевые показатели по формированию рынка доступного жилья и созданию условий для стимулирования социально-экономического роста поселений, находящихся на удаленных территориях особых климатических режимов.

Кроме того, проблемы осложняются тем, что наблюдается громадный дефицит специалистов социально значимых отраслей на этих территориях, который государство пытается удовлетворить через программы «Земский учитель», «Земский доктор» и т. д. Эти программы работают слабо, значительная часть (до 40 %, по аналитическим данным администрации Томской области) возвращают денежные средства и покидают поселение, т. к. не могут приобрести жилье соответствующих свойств и качества.

Следовательно, для решения этих проблем необходимо совершенствование региональных программ развития МЖС, которые, в свою очередь, будут включать новые организационно-экономические механизмы, способствующие не только развитию МЖС, но и закреплению кадров на удаленных территориях особых климатических режимов, которые позволят упорядочить этот процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лозовская А.Н., Дуброва Т.А. Анализ динамики и прогнозирование развития жилищного строительства в центральном федеральном округе // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2012. № 2. С. 113–119.
2. Запорожан А.Я. Проблемы формирования государственных программ // Управленческое консультирование. 2016. №7 (91). С. 51–61.
3. Gusakova N., Minaev N., Gusakov A. Implementation of low-rise construction projects as factor of improving level and quality of life in depressed territories // XVII International Conference of Students and Young Scientists «Prospects of Fundamental Sciences Development» SHS Web of Conferences. 2020. 80. 01006.
4. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации»: Постановление Правительства РФ от 30.12.2017 г. № 1710. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556184998> (дата обращения: 20.12.21).
5. Сайфуллина С.Ф., Логиновская И.Д. Перспективы развития малоэтажного строительства в России // Управление экономическими системами: электронный журнал. 2015. № 5 (77). С. 4–19.
6. Зайнуллина Т.Г. Проблемы и перспективы малоэтажного жилищного строительства // Terra Eoconomicus. 2017. № 4. С. 61–65.
7. Бюллетень Счетной палаты РФ. 2021. № 3 (280). URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/f52/f5210775b9aced5d69e783139dcd3c50.pdf> (дата обращения: 20.12.21).
8. Король Е.А., Журавлева А.А. Алгоритм выбора рациональных организационно-технологических решений малоэтажных жилых зданий // БСТ. 2018. № 7. С. 51–53.
9. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»: Постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 г. № 1642. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556183093> (дата обращения: 20.12.21).

10. *Российская Федерация. Правительство.* Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) : Постановление Правительства РФ от 31.05.2019 г. № 696. URL: <https://docs.cntd.ru/document/554801411> (дата обращения: 17.12.21).
11. *Российская Федерация. Правительство.* О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие здравоохранения». Земский доктор : Постановление Правительства РФ от 18.10.2019 г. № 1347. URL: <https://docs.cntd.ru/document/563574844> (дата обращения: 17.12.21).
12. *Российская Федерация. Правительство.* О внесении изменений в приложение № 23 к государственной программе Российской Федерации «Развитие образования». Земский учитель : Постановление от 13.03.2021 г. № 367. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573908101> (дата обращения: 17.12.21).
13. Гусакова Н.В., Минаев Н.Н., Прокофьева Г.И., Ярлакабов А.А. Разработка базовой и вариативных моделей управления развитием малоэтажного жилищного строительства в России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 5. С. 37–49.

REFERENCES

1. *Lozovskaya A.N., Dubrova T.A.* Analiz dinamiki i prognozirovanie razvitiya zhilishchnogo stroitel'stva v tsentral'nom federal'nom okruge [The dynamics and forecasting of housing development in the Central Federal District]. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO*. 2012. No. 2. Pp. 113–119. (rus)
2. *Zaporozhan A.Ya.* Problemy formirovaniya gosudarstvennykh programm [State program development]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*. 2016. No. 7 (91). Pp. 51–61. (rus)
3. *Gusakova N., Minaev N., Gusakov A.* Implementation of low-rise construction projects as factor of improving level and quality of life in depressed territories. In: *Proc. 17th Int. Sci. Conf. of Students and Young Scientists "Prospects of Fundamental Sciences Development"*. SHS Web of Conferences. 2020. 80. 01006.
4. Rossiiskaya Federatsiya. Pravitel'stvo. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii «Obespechenie dostupnym i komfortnym zhil'em i kommunal'nymi uslugami grazhdan Rossiiskoi Federatsii: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30.12.2017 g. N 1710 [Russian Federation. Approval of the Russian Federation State Programme "Affordable and Comfortable Housing and Communal Services to Citizens of the Russian Federation: Government Decree No. 1710, 30.12.2017]. Available: <https://docs.cntd.ru/document/556184998> (accessed December 20, 2021). (rus)
5. *Saifullina S.F., Loginovskaya I.D.* Perspektivy razvitiya maloetazhnogo stroitel'stva v Rossii [Future development of low-rise construction in Russia]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*. 2015. No. 5 (77). Pp. 4–19. (rus)
6. *Zainullina T.G.* Problemy i perspektivy maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva [Challenges and prospects for low-rise housing construction]. *Terra Economicus*. 2017. No. 4. Pp. 61–65. (rus)
7. Byulleten' Schetnoi palaty RF [Bulletin of the Accounts Chamber of the Russian Federation]. 2021. N 3 (280). Available: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/f52/f5210775b9aced5d69e783139dcd3c50.pdf> (accessed December 20, 2021). (rus)
8. *Korol' E.A., Zhuravleva A.A.* Algoritm vybora ratsional'nykh organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenii maloetazhnykh zhilykh zdaniy [Algorithm for selecting rational organisational and technological solutions for low-rise residential buildings]. *BST*. 2018. No. 7. Pp. 51–53. (rus)
9. Rossiiskaya Federatsiya. Pravitel'stvo. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii Razvitie obrazovaniya: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 26.12.2017 g. N 1642 [Russian Federation. Approval of the State Program of the Russian Federation "Development of Education": Decree of the Government of the Russian Federation No. 1642, 26.12.2017]. Available: <https://docs.cntd.ru/document/556183093> (accessed December 20, 2021). (rus)

10. Rossiiskaya Federatsiya. Pravitel'stvo. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii "Kompleksnoe razvitie sel'skikh territorii" i o vnesenii izmenenii v nekotorye akty Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii (s izmeneniyami i dopolneniyami): Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 31.05.2019 g. N 696 [Russian Federation. Approval of the State Program of the Russian Federation "Integrated Development of Rural Territories" and amendments to the Government Acts": RF Decree N 696, 31.05.2019]. Available: <https://docs.cntd.ru/document/554801411> (accessed December 17, 2021). (rus)
11. Rossiiskaya Federatsiya. Pravitel'stvo. O vnesenii izmenenii v gosudarstvennuyu programmu Rossiiskoi Federatsii "Razvitie zdavookhraneniya". Zemskii doktor: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 18.10.2019 g. N 1347 [Russian Federation. Amendments to the State Program of the Russian Federation "Development of Healthcare". Zemsky Doctor: Government Decree N 1347, 18.10.2019]. Available: <https://docs.cntd.ru/document/563574844> (accessed December 17, 2021). (rus)
12. Rossiiskaya Federatsiya. Pravitel'stvo. O vnesenii izmenenii v prilozhenie № 23 k gosudarstvennoi programme Rossiiskoi Federatsii "Razvitie obrazovaniya". Zemskii uchitel': Postanovlenie ot 13.03.2021 g. N 367 [Russian Federation. Amendments to Annex No. 23 to the State Program of the Russian Federation "Development of Education". Zemsky Teacher: Decree N 367, 13.03.2021]. Available: <https://docs.cntd.ru/document/573908101> (accessed December 17, 2021). (rus)
13. Gusakova N.V., Minaev N.N., Prokof'eva G.I., Yarlakabov A.A. Razrabotka bazovoi i variativnykh modelei upravleniya razvitiem maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva v Rossii [Development of basic and variable models for development control for low-rise housing in Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2021. V. 23. No. 5. Pp. 37–49. (rus)

Сведения об авторе

Гусакова Наталья Васильевна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, gusakovanata@mail.ru

Author Details

Natalia V. Gusakova, Senior Lecturer, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, gusakovanata@mail.ru

УДК 711.25:711.5

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-121-136

*Н.Г. ЮШКОВА,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
Волгоградский государственный технический университет*

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ЗАДАЧИ РЕОРГАНИЗАЦИИ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИХ РЕШЕНИЯ В ФОРМАТАХ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

В современных градостроительных решениях при определении перспектив развития региональных систем расселения их концептуальные основания исследуются и разрабатываются не систематически. В приоритете таких решений – выполнение требований соответствия их содержания типам документов: территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории. Этого недостаточно для обеспечения целостности отдельных населённых мест и их более крупных объединений (систем), а также для преемственности принципов их планировочной организации.

В работе выявлена и охарактеризована тенденция распространения специальных объектов градостроительной деятельности: они способны выполнять особые функции драйверов развития территориальных систем, приводить к повышению качества жизни и региональной среды обитания человека. Степень насыщения ими систем расселения во многом зависит как от базовых региональных условий, так и от готовности конкретных территорий реализовать градостроительные инициативы. Эти процессы оказывают наибольшее влияние на территориальное планирование как на элемент системы стратегического планирования.

Использованные в рамках работы теоретические и эмпирические методы исследования позволили обосновать стадии трансформации систем расселения и установить характеристики изменения их состояния, базовые принципы перспективного формирования градостроительных элементов, иерархию их размещения, планировочные формы организации, режимы функционирования, виды перспективной модификации для удлинения периодов их жизненного цикла. Сформулированы направления совершенствования методологии разработки градостроительных решений, определяемые подчинённостью их содержания характерным этапам эволюции системы регионального планирования. Все это способствует повышению управляемости региональных систем расселения, вероятность снижения которой не исключена из-за перманентности появления новых градостроительных явлений и процессов.

Ключевые слова: градостроительные решения; региональная система расселения; трансформация; реорганизация; устойчивое развитие; инновационный вектор; территориальное планирование; стратегическое планирование; локальные урбанизированные образования.

Для цитирования: Юшкова Н.Г. Территориальные системы: задачи реорганизации и концептуальные основы их решения в форматах градостроительного планирования // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 121–136.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-121-136

N.G. YUSHKOVA,
Moscow State University of Civil Engineering,
Volgograd State Technical University

TERRITORIAL SYSTEMS: REORGANIZATION AND CONCEPTUAL BASIS FOR URBAN PLANNING

In modern urban planning decisions, the conceptual basis is not systematically investigated and developed when determining the development prospects of regional settlement systems. The priority of such decisions is to meet the requirements for spatial planning, urban planning zoning, territory planning. This is not enough to ensure the integrity of settlements and planning principles.

The paper identifies and characterizes the urban planning activities such as the development of territorial systems and quality improvement of living environment. Settlement system development largely depends on both basic regional conditions and readiness of territories to initiate urban planning. These processes have the greatest impact on spatial planning as an element of the strategic planning system.

The proposed theoretical and empirical research methods allow to substantiate the transformation stages of settlement systems and characterize their change, formation principles of urban planning, planning, functioning, life cycle. The improvement of town-planning methodology is proposed. All this contributes to the development of regional settlement systems, which can decrease due to the permanent emergence of new urban planning phenomena and processes.

Keywords: urban solution; regional settlement system; transformation; reorganization; innovation; spatial planning; strategic planning; urbanized settlements.

For citation: Yushkova N.G. Territorial'nye sistemy: zadachi reorganizatsii i kontseptual'nye osnovy ikh resheniya v formatakh gradostroitel'nogo planirovaniya [Territorial systems: Reorganization and conceptual basis for urban planning]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 121–136.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-121-136

Введение

Необходимость переоценки действовавшей ранее в России системы принятия градостроительных решений возникает с самого начала XXI в. [1, 2]. Этому способствуют кардинальные социально-экономические преобразования в обществе. На этапе становления экономической системы рыночные реформы интенсифицируют освоение и реконструкцию территорий в границах административно-территориальных единиц различного уровня, ускоряют инвестиционно-строительные процессы, расширяют круг их участников. В процессе разработки градостроительных проектно-управленческих решений одним из ведущих ориентиров становится повышение качества жизни людей [3], а соответственно, и качества среды жизнедеятельности, и ее комфортности [4]. В ее формировании важную роль играют процессы жизнедеятельности населения, порождаемые рыночными отношениями. Их организация становится возможной исключительно в новых специфических градостроительных формах [5]. Но при этом такие важные требования, как системность анализа имеющегося потенциала развития территориальных систем, полнота прогноза, как среднесрочного, так и долгосрочного, профессионализм разработчиков, практически игнорируются.

Реализуемость территориально-пространственных инициатив становится все более зависимой от интересов субъектов рынка, собственников и управля-

ющих инвестиционным капиталом. Действия власти, как правило, не выходят за рамки «ручного» управления, они используются для урегулирования отдельных вопросов в конкретных ситуациях. Активность трансформаций территориальных систем требует адекватности вырабатываемых градостроительных мер. Тем самым превалируют задачи ускорения пространственных преобразований среды жизнедеятельности. Однако они слабо согласуются с классическими принципами градостроительства [3], а преемственность градостроительных средств формирования пространства жизнедеятельности и его адаптации к новым вызовам снижает значимость.

В отношении к планировочной организации населенных мест отмечается существенное расширение приемов нового градостроительного освоения, а также и реконструкции территорий, типологическое разнообразие градостроительных объектов. Появление новых объектов – следствие возможностей разнообразия рынка проектных услуг и разработок уже с рыночных позиций спроса и предложения. Однако при их формировании возникают сложности их включения в технологические цепочки создания продуктов рынка, известные стандарты проектирования не показывают результативности [6–8], процесс их реализации сопряжен с преодолением противоречий во мнениях рассогласованных сторон [9]. Возникающие проблемы практики градостроительства требуют целенаправленности принимаемых решений с акцентом на их уникальности содержания и одновременно универсальности используемых приемов. Тем самым актуализируются вопросы формирования созвучной времени градостроительной политики в аспекте управляемости не только городских, но и сельских территорий.

Начинает формироваться современное градостроительное право [1–3, 10]. С определенного времени оно становится основополагающим условием урегулирования интересов участников градостроительной деятельности, особенно при разработке и реализации крупномасштабных планировочных мероприятий, способных оказывать существенное влияние на функционирование территориальных систем как совокупностей составляющих их элементов и связей [11–13]. Таким образом, законодательные инструменты градостроительной деятельности становятся движущей силой эволюции сформированной материально-пространственной среды для всех без исключения ее участников в различных ситуациях [3].

На этапе становления градостроительного права в Российской академии архитектуры и строительных наук разработана Национальная доктрина градостроительства России (2001 г.) [1] – программный и революционный, для этого времени, документ. В ней впервые обоснована необходимость координации территориальных и социально-экономических аспектов планирования для процесса развития регионов. Тем самым предопределены направления совершенствования методологии градостроительства в целом на многие последующие десятилетия [2, 3].

Решение обозначенной научной проблемы управляемости территориальных систем связано с расширением возможностей планирования. Истоки ее решения в статусе правовых основ были обозначены на федеральном уровне в конце XX в., предопределивших наличие связи управленческих решений это-

го уровня с региональным уровнем [14, 15]. Постепенно появляется целый ряд новых законодательных актов, раскрывающих многоуровневость организации содержания процесса и процедур стратегического планирования с разных сторон. В них получают развитие системные связи федерального и регионального уровней планирования, выразившиеся в соответствующих им группах документов: прогнозных, концептуальных, программных, планирующих и распорядительных, нормативных правовых актах, а также вспомогательных (аналитических, информационных, справочных) и других материалах [16].

Научный интерес к исследованию особенностей и преимуществ стратегического планирования для целей градостроительной деятельности не ослабевает и в последние годы. В теоретических трудах, в научно-проектных поисковых разработках, посвященных этой проблеме, рассматриваются различные ее аспекты, среди них: первостепенность стратегических приоритетов федерального уровня [15–17], совершенствование правового обеспечения градостроительных решений [2, 18–20], выбор оптимальных способов решения профессиональных задач с учетом функциональной принадлежности объектов управления [6, 7, 17]. В процессе принятия новых законодательных актов и расширения правоприменительной практики возрастает активность властных структур, уполномоченных в вопросах градостроительной деятельности. При этом управляемость территориальных объектов различных иерархических уровней и их систем должна быть гарантирована, в том числе и посредством дифференцированных подходов. В контексте решения задач данного исследования важным представляется выявление и оценка потенциала стратегического планирования в соответствии с изменением состояния территориальных систем и обоснование направлений его перспективного развития.

Материалы и методы исследования

Перспективы развития системы стратегического планирования связаны в том числе с возможностями синхронизации социально-экономической и территориальной его составляющих и разработки обеспечивающих данное взаимодействие принципов [21].

Цель исследования – обосновать приоритетные направления совершенствования методологии разработки градостроительных решений, установить место и роль в ней территориального планирования и выявить его зависимость от теоретических концепций пространственной организации среды жизнедеятельности человека.

Рабочая гипотеза исследования представлена совокупностью следующих положений:

- концептуальные основания системы стратегического планирования базируются на теоретических подходах к организации пространства жизнедеятельности человека, они определяют виды процессов и планировочных форм их организации, градостроительный порядок размещения градостроительных объектов, способы функционирования, возможности модернизации для целей удлинения их жизненного цикла с учетом изменяющегося социального заказа;

- формализация принципов формирования системы стратегического планирования обуславливает взаимодействие его базовых видов (планирование

социально-экономического развития и территориальное планирование), предопределяет интенсивность градостроительных преобразований среды жизнедеятельности человека, ее функциональное наполнение, а также возможности видоизменения (адаптации) с учетом региональной идентичности территориальных систем в целом и отдельных населенных мест в частности;

– установление эволюционных этапов формирования системы стратегического планирования в России отражает изменения конфигурации региональной среды обитания и ее элементов, адаптирующих воздействие внешних вызовов и позволяющих прогнозировать их количественные и качественные характеристики.

Для достижения поставленной цели исследования использованы теоретические и эмпирические методы.

Теоретический анализ имеющихся концептуальных подходов к пространственной организации территориальных систем позволяет выделить перспективные модели их развития, определить и систематизировать комплекс градостроительных средств их преобразования, соответствующих требованиям повышения качества среды жизнедеятельности человека.

Аналитический обзор вариантов формирования моделей стратегического планирования направлен на установление функциональных особенностей территориального планирования, разработка инструментов которого обеспечивает заданность реализации приоритетов социально-экономического развития территориальных систем.

Критический анализ новейшей градостроительной практики в нашей стране показывает уникальность «пионерных» разработок проектов реализации региональных «точек роста», предопределяющих направления совершенствования методов градостроительного планирования.

Концептуальные подходы к формированию градостроительных средств преобразования территориальных систем расселения

Начиная с самых первых лет нового тысячелетия правительства многих стран мира обращаются к поиску способов решения проблем перехода от административной экономики к рыночной системе хозяйствования. Результатом анализа имевшихся в мировой практике аналогов стала разработка концепции устойчивого развития, а также варианты ее адаптации к национальным условиям [3, 22–24]. Особенности реализации положений этой концепции в российских условиях стало представление об «устойчивости развития» как о процессе стабильного поступательного социально-экономического развития, направленного на непрерывность прогрессивных изменений в обществе с целью обеспечения экономического подъема и одновременно с этим защиты ресурсной базы [1, 5, 10]. Принципы устойчивого развития сохраняют свою жизнеспособность по настоящее время. Они активно используются при определении ведущих направлений государственной политики [24], способов ее реализации в статусе стратегических решений по развитию регионов [14, 17] и особенно в системе градостроительной деятельности [3, 16, 21].

Наравне с концепцией устойчивого развития не меньшее значение для процесса принятия стратегических градостроительных решений приобретают

императивы инновационного развития [14, 17]. В них аккумулируется ресурсный потенциал территориальных систем, их готовность и способность к развитию, комплекс конкурентных преимуществ. К настоящему времени отмечено существенное многообразие имеющихся научных представлений об инновационных принципах развития территориальных систем. Большинство исследователей отмечают не только такие ее конструктивные признаки, как способность формировать самостоятельную концепцию, но и логически продолжать и развивать принципы устойчивого развития.

Инновационный вектор развития территориальных систем указывает, прежде всего, на формирование национальной инновационной системы и ее аналога нижележащего уровня – региональных инновационных систем (РИС) [14, 16, 20]. В самом общем виде РИС представляет собой совокупность взаимосвязанных управленческих, научно-образовательных, предпринимательских организаций (структур), производящих товары и услуги нового типа, основанные на знаниях и технологиях во всех сферах экономики и общественной жизни. Эта сложноорганизованная структура устроена на принципах иерархической подчиненности и взаимосвязи многофункциональных разнонаправленных процессов.

Объединению элементов и их активизации способствует инновационная инфраструктура – базис функционирования РИС. Благодаря принятию в РИС инфраструктурных приоритетов в ней отмечаются эффекты синергии. Их наличие позволяет снижать остроту имеющихся противоречий в территориальных системах, уменьшать масштабы регионального неравенства. Это возможно в том числе и посредством реализации инфраструктурных проектов. Тематика и способы реализации таких проектов многообразны, например, создание разветвленной транспортной сети включает полный комплекс системных мероприятий, обеспечивающих высокий уровень межрегиональной интеграции и территориальной мобильности населения.

На современном этапе развития концепций РИС в качестве неперемennого условия ее существования, ключевого фактора развития и одной из перспективных форм реализации предполагается создание зон инновационного развития на региональном уровне. Это является стимулом обеспечения высокой доступности рынков информации, финансов, услуг, коммуникационной близости центров принятия решений за счет концентрации мобильных высококвалифицированных кадров. Как итог указанных взаимодействий возникают и получают дальнейшее развитие специфические пространственные формы организации среды жизнедеятельности населения как на урбанизированных, так и на неурбанизированных территориях, в границах которых способны достигаться высокие показатели ее комфортности. Формирование подобных территориальных центров роста в новых районах освоения инновационного потенциала, в дополнение к традиционным регионам концентрации ресурсов, способно качественно преобразовать существующие пространственные структуры региональных систем.

Для обеспечения сбалансированного развития среды обитания важно гармонизировать концепции устойчивого развития и инновационного развития. Это возможно благодаря выявлению пространственного фактора планирования развития, служащего для них объединяющим началом [3]. Он позволяет проявлять и усиливать первоначальные признаки, свойства и характеристики региональных систем.

На уточнении функциональных возможностей пространственного фактора и конкретизации форм его проявления способно формироваться новое самостоятельное направление междисциплинарных научных исследований [21, 25–27]. В его рамках уточняются теоретические положения оптимизации процедур в составе стратегического планирования регионального уровня и корректировке действующих операционных схем.

Стадии трансформации территориальных систем расселения и приоритеты регионального планирования

Система стратегического планирования в Российской Федерации активно эволюционирует [19]. Среди основных причин эволюции выделяется действие принципов как выравнивающего, так и поляризованного развития [15, 16, 21]. Их трансляция в региональные системы расселения порождает характерные пространственные трансформации. Они фиксируются в стадиях трансформации. Им соответствуют характерные этапы эволюционных изменений в системе стратегического планирования.

Целесообразным представляется отражение данных изменений в базовых схемах планирования (рис. 1).

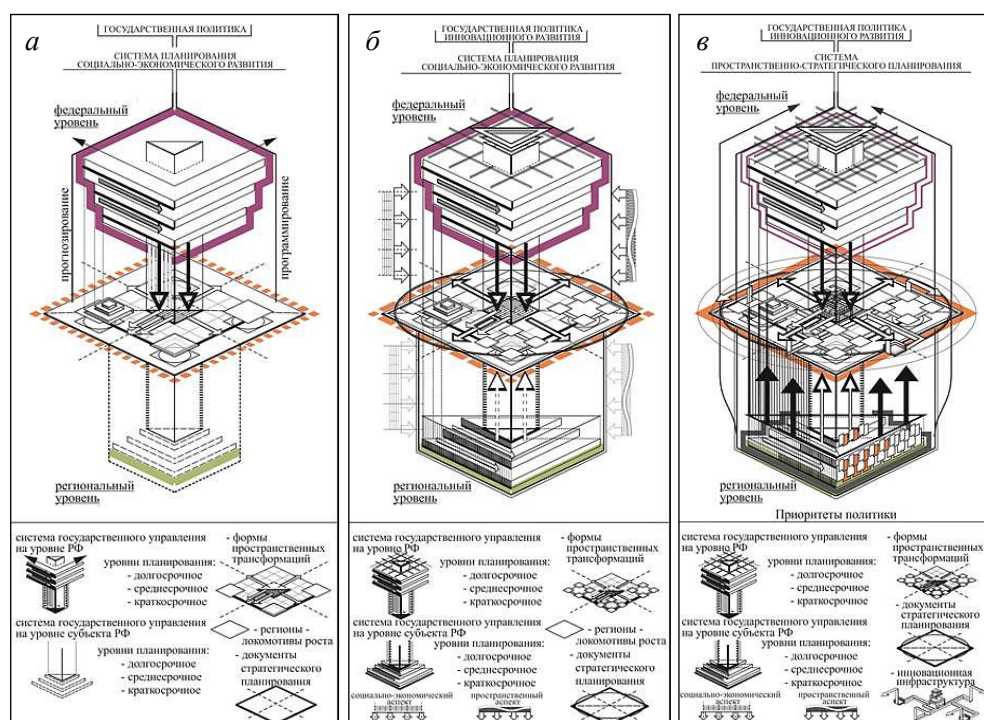


Рис. 1. Реорганизация региональных систем расселения посредством:

а – подчиненности территориального планирования системе стратегического планирования; б – встраивания территориального планирования в систему стратегического планирования; в – интеграции территориального планирования в систему стратегического планирования

В основе формирования каждой из этих схем используется соответствующий приоритет модернизации регионального планирования:

- подчиненность территориального планирования системе стратегического планирования (рис. 1, *а*);
- встраивание территориального планирования в систему стратегического планирования (рис. 1, *б*);
- интеграция территориального планирования в систему стратегического планирования (рис. 1, *в*).

Первая схема демонстрирует содержание этапа эволюции регионального планирования на стадии трансформации территориальных систем, обусловленной преимущественным влиянием принципов «выравнивающего» развития (рис. 1, *а*).

Существующие элементы региональных систем стремятся к повышению потенциала устойчивости посредством образования и закрепления функционально-пространственных связей между собой. Одновременно с этим отмечаются отдельные признаки «поляризованного» развития. Возникают «точки роста» – новые пространственные элементы, локальные урбанизированные образования (ЛЮО), «точки роста», имеющие признаки опережающего развития.

Специфику ЛЮО характеризуют:

- неоднотипность элементов, их видовое разнообразие, порождаемое интенсивностью инновационных процессов, концентрируемых в инфраструктурном потенциале, и выражающееся в модернизации структуры системы;
- расположение и функционирование относительно автономно от региональных систем;
- стимулирование процесса освоения территорий в зоне их влияния;
- установление многоуровневых многофункциональных связей с прилегающими территориями и находящимися на них объектами;
- перманентность перспективного появления аналогичных новых элементов, активизирующих развитие региональной системы в целом.

В рамках рассматриваемого этапа эволюции состояние ЛЮО соответствует начальному этапу их жизненного цикла – образованию.

На этом этапе эволюции стратегического планирования его содержание определяется в основном тенденциями централизации в системе государственного управления территориями. Для них характерен акцент на федеральном уровне принятия принципиальных решений и выполнение региональным уровнем планирования подчиненной роли по причине недостаточности развития. Территориальное планирование, несмотря на высокую адаптационную способность реализовать социально-экономические приоритеты развития, активно себя не проявляет.

На второй схеме (рис. 1, *б*) показано содержание этапа эволюции планирования региональных систем, зависящего от чередования действия принципов «выравнивающего» и «поляризованного» развития. Детерминирование «поляризованного» развития вызывает к жизни появление в региональных системах новых ЛЮО, которые отражают активность социально-экономических процессов наряду с развитием ранее сформированных элементов. В связи с появлением на рынке уникальных товаров и услуг, выходом производств на качественно новый уровень организации и созданием ими новых конкурентных преимуществ.

ществ, способны образовываться конгломераты объектов различной функциональной направленности и величины, а также плотности связей.

Данная стадия пространственных трансформаций региональных систем расселения отличается активизацией инновационных, прежде всего наукоемких секторов экономики, возникают объективные предпосылки формирования новых территориальных центров роста. Возникающие элементы (ЛУО) конкурируют за выбор инвестиционно-привлекательных территорий, что проявляется в повышении их пространственной активности и способности значительно интенсифицировать развитие других территорий. Это находит отражение в отличительной специфике их формообразования: структурная организация региональных систем дополняется инфраструктурной организацией.

Наиболее жизнеспособные конгломераты имеют потенциал трансформации в «девелоперы» (источники развития) для соседних региональных систем, благодаря чему конфигурация экономического пространства региона становится динамичнее и подвижнее. Как результат этого, повышается эффективность их функционирования и взаимодействия, что соответствует этапу их жизненного цикла – формированию.

На этом этапе эволюции стратегического планирования отмечается усиление тенденции регионализации в системе государственного управления территориями в противовес централизации по мере того, как повышается значимость приоритета встраивания решений регионального уровня в решения по планированию федерального уровня и благодаря расширению перечня полномочий органов государственной и муниципальной власти, регулирующей отношения в градостроительной сфере деятельности.

В территориальном планировании (на региональном уровне) отмечаются новые черты:

- ранжирование видового состава территориального планирования в связи с уровневой спецификой разработки градостроительных решений (федерального, регионального и муниципального уровней);

- зависимость содержания документов территориального планирования от условий, правил и приемов разработки стратегий социально-экономического развития регионов;

- возможности осуществления оперативных изменений в содержании разработанных документов.

Для стадии трансформации региональных систем расселения при равнозначном действии принципов «выравнивающего» и «поляризованного» развития характерен переход к следующему этапу эволюции регионального планирования (рис. 1, в). Его содержание определяется гармонизацией концептуальных положений устойчивого развития и инновационного развития. При определении перспективных состояний региональных систем расселения наибольшее распространение получает формат инфраструктурной организации, для которого актуально дальнейшее развитие конгломератов ЛУО как функционально-пространственных «узлов». Прогнозируется их последующее преобразование в модули региональных систем [17].

Модули региональных систем (МРС) аккумулируют ресурсы систем расселения для перспективного комплексного развития разнотипных сово-

купностей ЛУО как отдельных, территориально закрепленных «точек роста» посредством их укрупнения с расширением существующей функциональной программы. Это возможно посредством сосредоточения в их границах либо в образуемых ими планировочных ареалах:

- центров разработки и обращения инноваций;
- центров управления потоками товаров, финансов, информации;
- центров коммуникаций, обеспечивающих оптимальную логистику планирования производственной продукции;
- центров овладения новыми знаниями и приобретения профессиональных компетенций.

Уникальность возможностей МРС заключается, прежде всего, в замещении отдельных производственных операций на многофункциональные инновационные процессы. В качестве наиболее доступных способов достижения подобных перспектив предлагается активизация отдельных ключевых звеньев инфраструктуры, имеющих для нее «системообразующее» значение, – инновационных университетов, принципиально отличающихся от известных схем пространственной организации учреждений соответствующего профиля и способных стать источником нововведений для других территорий аналогичного уровня или следующих иерархических уровней (районов, регионов).

На данной стадии трансформации региональных систем расселения жизненный цикл ЛУО определяется как вариативность признаков. Следовательно, при конструировании изменений региональных систем через создание МРС важно учитывать роль ЛУО в разработке различных «сценариев развития». Это означает соответствие определенным сценариям конкретных параметров региональных систем, позволяющих достаточно точно рассчитать объемы градостроительного вмешательства, выражающиеся в содержании мероприятий регионального планирования. МРС, объединяя «точки» и «зоны» роста различной типологии за счет образования разноразмерных связей, приобретают системообразующее значение в процессе дальнейшего развития региональных систем.

Рассматриваемый этап эволюции регионального планирования отличается ведущим значением принципа интеграции территориального планирования регионального уровня в систему стратегических решений. Как следствие этого, осуществляется последовательный и плавный переход к балансу тенденций централизации и регионализации функций государственного управления территории. Гипотетически возможным представляется повышение значимости объектов регионального планирования нового типа, приводящих к перераспределению экономических функций и связей, к образованию территориальных кластеров, реструктуризации (или к совершенствованию) инфраструктуры территории. Суть этих процессов обосновывает способы решения задач развития на региональном уровне, их форматы, содержание.

Технологические аспекты градостроительного планирования

Выявленные закономерности эволюции системы стратегического планирования позволяют систематизировать существующие методики разработки градостроительных решений регионального уровня и осуществить их анализ

[19, 21]. В настоящее время в практике разработки подобных решений руководствуются, прежде всего, требованиями Градостроительного кодекса Российской Федерации и Федерального закона «О государственном стратегическом планировании Российской Федерации» 2014 г. [28]. Буквальное следование правовым положениям этих федеральных законов указывает на однозначность методической схемы: ее требования ограничены задачами корреспондировать друг другу содержание региональных схем территориального планирования (СТП) и стратегий социально-экономического развития субъектов РФ.

Разработка стратегий развития регионов (СРР) всегда первична по отношению к процессу разработки СТП. Это объясняется местом СРР в иерархической системе, их принадлежностью к целеполаганию. В номенклатуре градостроительных документов роль СТП исключительна, т. к. это единственный элемент системы стратегического планирования. В то же время СТП разрабатывается в рамках планирования и программирования. Соответственно, все прочие градостроительные документы в составе территориального планирования лишены этого статуса. Из этого следует, что федеральными законами задана методическая последовательность разработки градостроительных решений, которая не только допускает, но и предусматривает фрагментарность исследования региональных систем расселения и прогнозирования перспективных форм их существования.

Указанный подход оправдан, если стремиться к унификации функциональных процессов в системе государственного управления территориями. Однако он во многом противоречит основам теории градостроительства, т. к. допускает разделение единого, в системном отношении, неделимого территориального объекта (рис. 2). В настоящее время при определении способов разделения территории субъекта РФ используют установленный на федеральном уровне порядок их административно-территориального деления. Он позволяет оптимизировать процессы государственного управления к конкретным территориям. Принятой дифференциации региональной системы расселения на определенные территориальные объекты соответствуют отдельные виды градостроительных документов.

Предлагаемые в работе изменения касаются, прежде всего, преодоления существующих «порогов», препятствующих непрерывности процесса принятия градостроительных решений [16] (рис. 2).

В частности, при разработке проектов ЛУО требуется обращение к документам стратегического планирования регионального уровня: стратегиям социально-экономического развития и схемам территориального планирования субъекта РФ. Анализ положений остальных документов территориального планирования: схем территориального планирования муниципальных районов и проектов генеральных планов поселений (населенных пунктов) – позволяет урегулировать позиции, характеризующие перспективное состояние рассматриваемых территорий. Обращение к правилам землепользования и застройки как к документу градостроительного зонирования позволяет определить основные ограничения для их развития. Но для обеспечения комплексного раскрытия характеристик и показателей функционирования ЛУО необходимо дополнительное использование материалов проектов планировки и межевания территории.

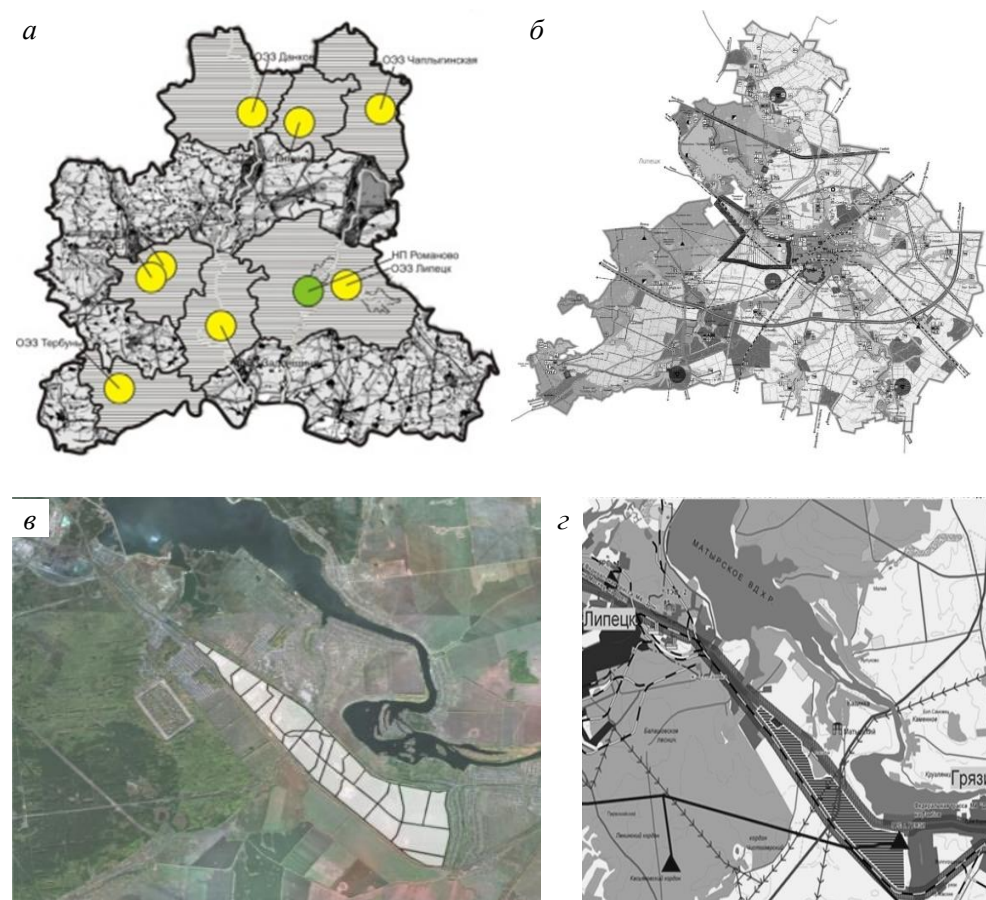


Рис. 2. Предлагаемая схема методического обеспечения непрерывности процесса планирования развития региональных систем расселения посредством выделения блоков «развития» и «функционирования» применительно к специальным объектам градостроительной деятельности – ЛУО (на примере особой экономической зоны «Казинка», в настоящее время – «Липецк»):

а, б – установление функционально-пространственных связей объектов градостроительной деятельности в составе: схемы территориального планирования субъекта РФ, Липецкой обл. (а) и схемы территориального планирования муниципального района субъекта РФ, Грязинского муниципального района Липецкой обл. (б); в, з – уточнение и детализация градостроительных параметров планируемого развития территории на уровне особой экономической зоны: оценка ресурсного обеспечения территории (в); определение динамики изменения существующего состояния планируемой территории в рамках проекта планировки (з)

В итоговом градостроительном решении обособляются блоки: «развитие» и «функционирование». В блоке «развитие» элементы системы стратегического планирования дополняются документами территориального планирования, не входящими в нее (в частности, СТП муниципальных районов). В блоке «функционирование» представлены положения, раскрывающие содержание документов градостроительного зонирования, а также документы планировки территории.

Заключение

В современных условиях Российской Федерации задачи управляемости региональных систем расселения целесообразно решать на стыке социально-экономических и градостроительных требований к их формированию. С этим, а также с синхронизацией стратегий социально-экономического развития и схем территориального планирования регионов связаны перспективы разработки и реализации градостроительных решений в их уровневой дифференциации. При условии их обеспечения предметно достигаются установленные показатели повышения качества жизни населения, транслируемые в показатели комфортности региональной среды обитания.

Совершенствование теоретико-методологических основ регионального планирования обусловлено формированием положений концепций устойчивого развития и инновационного развития территориальных систем расселения. Каждая из них порождает ведущие принципы трансформации региональной среды обитания: выравнивающего развития и поляризации. В зависимости от определения основных источников развития региональных систем выделяются приоритеты: подчиненности территориального планирования стратегическому планированию, принципа встраивания и принципа интеграции. Установлено наличие локальных трансформаций как средств реорганизации региональных систем расселения. В зависимости от ведущих приоритетов их развития проявляются признаки принадлежности локальных урбанизированных образований определенным стадиям их жизненного цикла.

Результаты исследования позволили обосновать выделение стадий трансформации систем расселения, которым соответствуют характеристики изменения их состояния, а также этапов эволюции системы регионального планирования. Как общий результат работы обосновывается закономерность перехода к новой принципиальной схеме принятия управленческих решений, в рамках которой локальные объекты позиционируются в качестве компонентов региональных систем. Логика ее построения предопределяет не только содержание мероприятий по планированию процессов регионального развития, но и полномочия органов государственного и муниципального управления. Тем самым формируются предпосылки для реализации принципов системного подхода к разработке комплексных градостроительных решений.

Предложено выделять локальные трансформации региональных систем расселения в особый класс (категорию) градостроительных решений. В данном классе представлены градостроительные объекты, обладающие свойствами адаптивности к обновляющимся задачам при постоянстве целей развития региональных систем, индикативностью и результативностью процесса. Важным требованием, предъявляемым к их формированию, является обязательность информационного запроса ко всем без исключения уровням и видам градостроительных документов, определяемых Градостроительным кодексом РФ. В отношении подобных объектов необходимы точные данные о планируемых изменениях их существующего состояния, а также их анализ для определения параметров, что обязывает согласовывать их с положениями документов стратегического планирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смоляр И.М. Градостроительство и демократия // Градостроительство России XXI века : сб. научных статей отделения градостроительства РААСН. Москва, 2001. С. 23–31.
2. Митягин С.Д. Градостроительство. Эпоха перемен. Санкт-Петербург : Зодчий, 2016. 280 с.
3. Dontsov D.G., Yushkova N.G., Gushchina E.G. A New Spatial Strategy Approach in Russian Regions: From the Reflexing Planning Solutions to Territorial Integration Conception // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. № 463. 032055.
4. Бакаева Н.В., Черняева И.В. К задачам нормирования комфортности и безопасности среды жизнедеятельности города // Строительство и реконструкция. 2020. № 1 (87). С. 101–112.
5. Донцов Д.Г., Юшкова Н.Г. Градостроительное регулирование рационального использования территории. Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2007. 184 с.
6. Тарасова Ю.И., Кинит А.В. Кластер как структурная единица территориально-пространственной организации среды в России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 6. С. 66–74.
7. Тарасова Ю.И., Кинит А.В. Территориальный кластер в градостроительном планировании России // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 4. С. 22–34.
8. Перекопская М.А., Алексеев Ю.В. Организация территорий с развитым лесопромышленным комплексом (на примере Швеции и России) // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 9. С. 1228–1238.
9. Стахеев О.В., Ремарчук С.М. Ретроспективный анализ процесса формирования градостроительной регулирующей деятельности в отечественной и мировой практике // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2008. № 2. С. 17–26.
10. Владимиров В.В. Управление градостроительством и территориальным развитием. Москва, 2000. 92 с.
11. Перькова М.В., Большаков А.Г. Теоретическая модель развития региональной системы расселения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. Т. 2. № 1. С. 105–111.
12. Shcherbina E., Gorbenkova E. Smart city technologies for sustainable rural development // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. 365. 022039.
13. Скрябин П.В. К методологии градостроительного планирования Юга Сибири // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 6. С. 59–69.
14. Развитие российских регионов: новые теоретические и методологические подходы. Санкт-Петербург : Наука, 2006. 618 с.
15. Украинский В.Н. Формирование систем регионального развития: зарубежный опыт // Регионалистика. 2018. Т. 5. № 1. С. 31–40.
16. Юшкова Н.Г. Проблемы адаптивности планирования развития региональных социально-экономических систем // XII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014), 16–19 июня 2014 г. Москва : ИПУ РАН, 2014. С. 5579–5592. URL: vsru2014.ipu.ru (дата обращения: 13.07.2014).
17. Кабанов В.Н., Донцов Д.Г., Юшкова Н.Г., Михайлова Е.В. Пространственно-стратегическое развитие территории. Волгоград : Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. 276 с.
18. Jabareen Y. Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk // Cities. 2013. V. 31. P. 220–229.
19. Yushkova N. Restructuring of regional longterm planning principles: adaptation or strategic choice // Technology audit and production reserves. 2014. V. 4. I. 2 (18). P. 44.
20. Фрезинская Н.Р. Национальная инновационная система России: перспективы пространственной организации // Градостроительство. 2013. № 4. С. 32–40.
21. Dontsov D.G., Yushkova N.G. Principles of sustainable development of the territory and priorities of architectural and urban construction activity // AIP Conference Proceedings. 2017. V. 1800. I. 1. № 050011.

22. *Основополагающие принципы* устойчивого пространственного развития Европейского континента : доклад комитета руководителей Европейской Конференции Министров регионального планирования (СЕМАТ). 7–8 сентября 2000 г. Москва, 2002.
23. Герцберг Л.Я. Действующий градостроительный кодекс РФ и основные направления его совершенствования // *Academia. Архитектура и строительство*. 2015. № 3. С. 97–100.
24. *Стратегия и проблемы устойчивого развития России в XXI веке* / под ред. А.Г. Гранберга, В.И. Данилова-Данильяна, М.М. Циканова, Е.С. Шопхоева. Москва : Экономика, 2002. 417 с.
25. Michalka L., Kovac B. A new tool of urban stability and development in spatial planning // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. V. 471. P. 092046.
26. Моисеев Ю.М. Нарращивание потенциала управления пространственным развитием урбанизированных территорий // *Экология урбанизированных территорий*. 2012. № 3. С. 13–22.
27. Moulart F., Sekia F. Territorial innovation models: a critical survey // *Regional Studies*. 2003. 37 (3). P. 289–302.
28. *Российская Федерация. Законы*. О стратегическом планировании в Российской Федерации : Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ. URL: <http://www.rg.ru/2014/07/03/strategia-dok.html> (дата обращения: 19.07.2014).

REFERENCES

1. Smoljar I.M. Gradostroitel'stvo i demokratija [Gradostroitel'stvo and democracy]. In: Gradostroitel'stvo Rossii XXI veka: sbornik nauchnykh statej otdeleniya gradostroitel'stva RAASN [Coll. Papers RAACS "Town planning in Russia in the 21st century"]. Moscow, 2001. Pp. 23–31. (rus)
2. Mityagin S.D. Gradostroitel'stvo. Epokha peremen [Urban planning. The era of changes]. Saint-Petersburg: Zodchii, 2016. 280 p. (rus)
3. Dontsov D.G., Yushkova N.G., Gushchina E.G. A new spatial strategy approach in Russian regions: From the reflexing planning solutions to territorial integration conception. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. No. 463. 032055.
4. Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. The problem of norming in the field of comfort and safety environment of the city. *Building and Reconstruction*. 2020. V. 87. No. 1. Pp. 101–112. (rus)
5. Dontsov D.G., Yushkova N.G. Gradostroitel'noe regulirovanie ratsional'nogo ispol'zovaniya territorii [Urban planning of rational territory management]. Volgograd, 2007. 184 p. (rus)
6. Tarasova Y.I., Kinsht A.V. Klaster kak strukturnaya edinitsa territorial'no-prostranstvennoi organizatsii sredi v Rossii [Cluster as a structural unit of territory spatial organization in Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2018. V. 20. No. 6. Pp. 66–74. (rus)
7. Tarasova Y.I., Kinsht A.V. Territorial'nyi klaster v gradostroi-tel'nom planirovanii Rossii [Territorial cluster in urban planning of Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019. No. 4. Pp. 22–34. (rus)
8. Perekopskaya M.A., Alekseev Yu.V. Management of territories that accommodate advanced timber industry enterprises (as illustrated by Sweden and Russia). *Vestnik MGSU*. 2020. No. 15(9). Pp. 1228–1238. (rus)
9. Staheev O.V., Remarchuk S.M. Retrospektivnyi analiz protsessa formirovaniya gradostroitel'noi reguliruyushchei deyatel'nosti v otechestvennoi i mirovoi praktike [Retrospective analysis of town-planning activity in Russian and world practice]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2008. No. 2. Pp. 17–26. (rus)
10. Vladimirov V.V. Upravlenie gradostroitel'stvom i territorial'nym razvitiem [Urban planning and territory management]. Moscow, 2000. 92 p. (rus)
11. Perkova M.V., Bolshakov A.G. Theoretical model of regional development settlement system. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2017. No. 2 (1). Pp. 105–111. (rus)
12. Shcherbina E., Gorbenkova E. Smart city technologies for sustainable rural development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. V. 365. 022039.
13. Skryabin P.V. K metodologii gradostroitel'nogo planirovaniya Yuga Sibiri [Methodology of regional planning of Southern Siberia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019. V. 21. No. 6. Pp. 59–69. (rus)

14. Razvitie rossijskikh regionov: novye teoreticheskie i metodologicheskie podhody [Regional development in Russia: New theoretical and methodological approaches]. Saint-Petersburg: Nauka, 2006. 618 p. (rus)
15. *Ukrainsky V.N.* Formirovanie sistem regional'nogo razvitiya: zarubezhnyi opyt [Formation of regional development systems: Foreign experience]. *Regionalistika*. 2018. No. 5(1). Pp. 31–40. (rus)
16. *Yushkova N.G.* Problemy adaptivnosti planirovaniya razvitiya regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Problems of adaptation in planning of social and economic systems]. In: 22 Vserossiiskoe soveshchanie po problemam upravleniya (22nd All-Russian Meeting on Management Problems). 2014. Pp. 5579–5592. Available: vspu2014.ipu.ru (accessed July 13, 2014). (rus)
17. *Kabanov V.N., Dontsov D.G., Yushkova N.G., Mikhailova E.V.* Prostranstvenno-strategicheskoe razvitie territorii [Spatial and strategic development of the territory]. Volgograd, 2018. 276 p. (rus)
18. *Jabareen Yo.* Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*. 2013. V. 31. Pp. 220–229.
19. *Yushkova N.* Restructuring of regional long-term planning principles: adaptation or strategic choice. *Technology Audit and Production Reserves*. 2014. V. 4. No. 2 (18). P. 44.
20. *Frezinskaya N.R.* Natsional'naya innovatsionnaya sistema Rossii: perspektivy prostranstvennoy organizatsii [National innovation system in Russia: Prospects for spatial organisation]. *Gradostroitel'stvo*. 2013. No. 4. Pp. 32–40. (rus)
21. *Dontsov D.G., Yushkova N.G.* Principles of sustainable development of the territory and priorities of architectural and urban construction activity. *AIP Conference Proceedings*. 2017. V. 1800. No. 1. 050011.
22. *Gertsberg L.Ya.* Deistviyushchii gradostroitel'nyi kodeks RF i osnovnye napravleniya ego sovershenstvovaniya [Valid regional and town planning code of the Russian Federation and main directions of its improvement]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2015. No. 3. Pp. 97–100. (rus)
23. Osnovopolagayushchie printsipy ustoychivogo prostranstvennogo razvitiya Evropeiskogo kontinenta: doklad komiteta rukovoditelei Evropeiskoi Konferentsii Ministrov regional'nogo planirovaniya [Fundamental Principles of Spatial Development of the European Continent. Report of Committee of Heads of the European Conference of Ministers of Regional Planning]. Moscow, 2002. (rus)
24. *Granberg A.G., Danilov-Danil'jan V.I., Cikanov M.M., Shophoev E.S.* Strategiya i problemy ustoychivogo razvitiya Rossii v XXI veke [Strategy and problems of sustainable development in Russia in the 21st century]. Moscow: Ekonomika, 2002. 417 p. (rus)
25. *Michalka L., Kovac B.* A new tool of urban stability and development in spatial planning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. V. 471. 092046.
26. *Moiseev Yu.M.* Narashchivanie potentsiala upravleniya prostranstvennym razvitiem urbanizirovannykh territorii [Management potential growth for spatial development of urban territories]. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2014. No. 3. Pp. 13–22. (rus)
27. *Moulaert F., Sekia F.* Territorial innovation models: A critical survey. *Regional Studies*. 2003. No. 37 (3). Pp. 289–302.
28. Rossiiskaya Federatsiya. Zakony. O strategicheskoy planirovani v Rossiiskoy Federatsii: Federal'nyi zakon ot 28 iyunya 2014 g. N 172-FZ [Strategic planning in the Russian Federation: Federal Law N 172-FZ, June 28, 2014]. Available: www.rg.ru/2014/07/03/strategia-dok.html (accessed July 19, 2014).

Сведения об авторах

Юшкова Наталия Геннадиевна, канд. архитектуры, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; Волгоградский государственный технический университет, 400005, г. Волгоград, пл. Ленина, 28, ng_yushkova-v@mail.ru

Author Details

Natalia G. Yushkova, PhD, A/Professor, The National Research Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoe Road, 129337, Moscow, Russia; Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., 400005, Volgograd, Russia, ng_yushkova-v@mail.ru

УДК 711.47

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-137-149

*К.А. МАКСИМОВА, В.И. КОРЕНЕВ,**Томский государственный архитектурно-строительный университет*

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТСКИХ КАМПУСОВ В Г. ТОМСКЕ

В статье рассматривается университетская среда г. Томска. Выполнен анализ существующих классификаций университетских кампусов в зависимости от их территориально-пространственной организации и размещения по отношению к городу. Дано подробное описание существующих особенностей территориально-пространственной организации томских вузов. Определен уровень обеспеченности вузов учебно-лабораторными помещениями, а также степень нуждаемости университетов в общежитиях.

В целях градостроительной оценки университетских кампусов предложены критерии, определяющие степень автономности или дисперсности вузов. В зависимости от удаленности размещения студенческих городков от учебных корпусов (радиус доступности) предлагается выделять университетские кампусы с низкой, средней и высокой степенью дисперсности. В зависимости от особенностей размещения по отношению к городскому центру предлагается делить университетские кампусы на вузы, размещаемые в центральной части города, на границах центральной части города, на периферии города.

Исходя из предложенной классификации и с учетом градостроительного анализа размещения учебных корпусов и студенческих городков были определены виды территориально-пространственных структур томских университетских кампусов.

Авторами делается вывод, что существующая инфраструктурная обеспеченность томских кампусов неравномерна, для ряда вузов требуются дополнительные учебно-лабораторные помещения и общежития. Также по результатам градостроительного анализа устанавливается, что территориально-пространственная организация томских вузов имеет разную степень дисперсности. При этом отмечается, что размещение томских университетских кампусов характеризуется уникальной градостроительной ситуацией, когда 73 % университетских территорий (без учета Ботанического сада ТГУ) находятся в границах исторического поселения «Город Томск», а сами здания являются основой историко-культурного наследия городского центра.

Ключевые слова: университет; вуз; университетский город; территориально-пространственная организация; территориально-пространственная структура университета; инфраструктура университета; учебно-лабораторные помещения; общежития; студенческий городок; ТГУ; ТПУ; ТГАСУ; ТУСУР; ТГПУ; СибГМУ.

Для цитирования: Максимова К.А., Коренев В.И. Градостроительные аспекты размещения университетских кампусов в г. Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 137–149.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-137-149

*К.А. MAKSIMOVA, V.I. KORENEV,**Tomsk State University of Architecture and Building*

CITY-PLANNING ASPECTS OF UNIVERSITY CAMPUS LOCATIONS IN TOMSK

The paper deals with the university environment in Tomsk and presents the analysis of the current classification of university campuses based on their spatial organization and location in

the city. A detailed description is given to the spatial organization of Tomsk universities. The availability of laboratories and the need for universities in dormitories are determined.

The criteria are proposed to determine the degree of autonomy of universities with a view to assess the location of university campuses. Depending on the campus remoteness from university buildings, it is proposed to single out the campuses with a low, medium, and high degree of dispersion. Depending on the location with respect to the city center, it is proposed to divide the campuses into universities locating in the city centre, at its boundaries, and on the periphery.

Based on the proposed classification and the analysis of the university building and campus locations, the types of territorial and spatial structures are determined for university campuses in Tomsk.

It is shown that the campus infrastructure in Tomsk is uneven, some of universities require additional laboratories, buildings, and hostels. According to the city-planning analysis, Tomsk universities have a different degree of dispersion. At the same time, the campus location in Tomsk is characterized by a unique city-planning situation, when 73% of university territories (excluding the Botanical Garden) locate at the boundaries of the historical settlement "City of Tomsk", and buildings is the basis for the historical and cultural heritage of the city centre.

Keywords: university; campus; spatial organization; university infrastructure; laboratories; dormitory.

For citation: Maksimova K.A., Korenev V.I. Gradostroitel'nye aspekty razmeshcheniya universitetskikh kampusov v g. Tomske [City-planning aspects of university campus locations in Tomsk]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 137–149.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-137-149

В современном мире считается, что одним из значимых элементов международной конкурентоспособности университетов является комфортность городской среды, в которой находится вуз, а также качество инфраструктуры самого университета. Не менее важным фактором, влияющим на привлекательность вуза, является место размещения университета в городе, близость его к городскому центру, архитектурно-планировочные особенности вуза [1].

Сегодня существуют различные подходы к классификации университетских кампусов в зависимости от их пространственной организации и размещения в планировочной структуре города.

А.А. Высоковский рассматривает классификацию на примере Москвы и выделяет 4 типа университетов: 1-й тип – компактный вуз, расположенный в одном здании или комплексе, без общежитий; 2-й тип – кампус, который представляет собой единую территорию, на которой сосредоточены все здания университета; 3-й тип – дисперсный вуз – складывается при активном росте заведения за счет добавления вновь построенных или существующих зданий, расположенных в разных местах города; 4-й тип – комбинированный университет, в котором центральная территория – кампус – дополнена сетью разбросанных по городу учебных корпусов и общежитий [2].

А.А. Стариков, опираясь на региональные особенности возникновения университетов и степень их связанности с городской территорией, выделяет 5 моделей университетских кампусов (французская, английская, американская, юго-восточная, спутниковая), определяет недостатки и преимущества

каждой из них, показывает влияние пространственной организации университетов на их конкурентоспособность [3].

М.Г. Зобова в зависимости от градостроительного размещения университетов и особенностей включения вузов в научно-образовательные кластеры предлагает собственную типологию университетских кампусов. Она выделяет два типа университетов – интегрированный кампус и автономный кампус [4].

В 2011–2013 гг. команда Высшей школы урбанистики НИУ ВШЭ под руководством А.А. Высоковского работала над концепцией пространственного развития Высшей школы экономики (ВШЭ) в Москве. Университетская инфраструктура ВШЭ была охарактеризована как распределённый вуз [5].

Одна из последних классификаций кампусов была представлена в 2021 г. в докладе «Университетские кампусы и город: кооперация ради конкурентоспособности», где выделялись следующие модели: кампус вне города; локализованный кампус внутри города; интегрированный в город кампус [6].

Наиболее точной, на наш взгляд, является градостроительная классификация университетов, предложенная Г.И. Кулешовой. Она считает, что в зависимости от размещения вуза по отношению к городу следует выделять два типа университетов – автономные (или загородные) и городские. При этом отмечается, что городские университеты – это вузы, вовлечённые в социальные, экономические и культурные ресурсы городов, в которых они расположены, а не просто университеты, которые находятся в городе. Также выделяется, что городские университеты могут быть локального или дисперсного вида [7].

В настоящей статье проведен анализ территориально-пространственной организации томских вузов, определены особенности их размещения в планировочной структуре города, предложена их классификация, отражающая инфраструктурные особенности вуза и его местоположение в городе.

В настоящее время в Томске функционируют шесть государственных вузов, к которым относятся Томский государственный университет (ТГУ), Томский политехнический университет (ТПУ), Томский государственный педагогический университет (ТГПУ), Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Сибирский государственный медицинский университет (СибГМУ); 2 филиала иногородних образовательных организаций высшего образования: Томский сельскохозяйственный институт (ТСХИ) – филиал ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» и Западно-Сибирский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия» (РГУП), а также 1 негосударственный – Томский институт бизнеса (ТИБ). Университеты и 10 академических институтов Российской академии наук являются основой Томского научно-образовательного комплекса и связаны между собой единым координационным органом – Консорциумом университетов и академических институтов. Томские университеты являются лидерами высшего образования в России. Томск – единственный город в России, в уставе которого научно-образовательный комплекс является градообразующей отраслью экономики. В 2015 г. Томск получил право называться студенческой столицей России и официально зарегистрировал соответствующий товарный знак в государ-

ственном реестре. Томская область по количеству студентов на 10 тыс. жителей занимает третье место после таких крупных городов, как Москва и Санкт-Петербург, а по привлечению иногородних студентов является лидером в стране [8]. В городе каждый восьмой житель – студент [9]. Ряд вузов входят в мировые рейтинги и имеют признанные научные школы.

Можно отметить, что на протяжении долгого времени в Томске идёт процесс интенсивного развития государственных вузов, который направлен на повышение качества образования, а также на повышение качества студенческой инфраструктуры, создание комфортной студенческой среды. Это один из существенных факторов, который влияет на привлекательность университетов и повышение концентрации студентов в городе.

Несмотря на лидирующую позицию по количеству студентов, некоторое время отмечалось снижение общего количества обучающихся студентов. Согласно основным результатам деятельности научно-образовательного комплекса Томской области за 2019 г. [10] и по данным доклада «О реализации государственной политики Томской области в сфере образования (2020 год)» [11], в 2008 г. на территории региона обучалось 88,9 тыс. студентов, в 2015 г. – 63,6 тыс., в 2019 г. этот показатель понизился до 58 тыс. студентов. Уменьшение показателей численности студентов в первую очередь связывают с существенным сокращением количества студентов заочной и вечерней форм обучения. В последние годы наметился незначительный рост. В 2020 г. в томских вузах обучалось 58,3 тыс. студентов. В будущем также прогнозируется рост числа обучающихся студентов в связи с существенным повышением количества бюджетных мест в томских вузах и увеличением числа платных иностранных студентов.

Томские университеты и академические институты являются важнейшими градостроительными единицами в планировочной структуре города. Исторически, с возникновения ТГУ в 1888 г., для размещения вузовских корпусов выделялись знаковые городские территории.

В дальнейшем эти тенденции продолжились. Начиная с 50-х гг. прошлого столетия, когда наблюдалось стремительное развитие научно-образовательного комплекса, градостроительное развитие центральной части Томска в первую очередь связывалось с расширением инфраструктуры томских вузов. В результате сложилась линейка университетов вдоль главной улицы Томска – проспекта Ленина, появились университетские территории на Воскресенской горе и в других исторических точках городского центра, возникли студенческие городки на прилегающих к центру городских территориях. В результате у каждого университета сформировалась сеть вузовских зданий и территорий, так называемая территориально-пространственная структура вуза или, как сейчас принято говорить, кампусная среда университета (рис. 1).

Инфраструктурные параметры томских кампусов различны и отражают исторические этапы территориально-пространственного развития вузов.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ). Общая площадь зданий ТГУ составляет 277,8 тыс. м². Объекты ТГУ преимущественно находятся в историческом центре г. Томска. Университетский комплекс включает памятники архитектуры

федерального значения и имеет высокую историко-культурную ценность. На его территории размещены все основные учебно-лабораторные корпуса университета, бассейн, культурный центр, библиотека, Университетская роща. Два корпуса расположены вне границ этой территории. ТГУ имеет Ботанический сад: его основные объекты находятся в контакте с Университетской рощей, а другая его часть, имеющая намного большую территорию, расположена на расстоянии 2,7 км в юго-восточной части города. Общежития находятся в хорошей транспортно-пешеходной доступности от учебно-лабораторных корпусов. Построенный в 1960-х гг. студенческий городок расположен в районе пл. Южной на расстоянии 2,6 км. В 2000-х гг. рядом с университетом в районе Московского тракта было построено еще несколько общежитий.

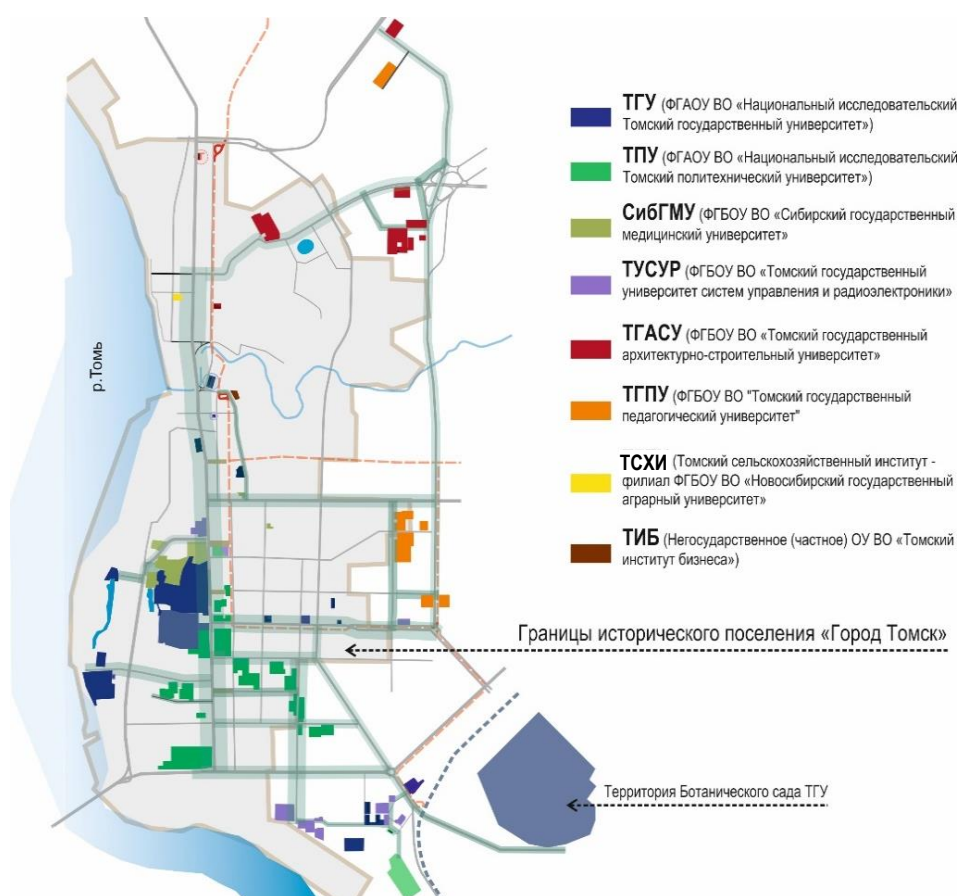


Рис. 1. Территориально-пространственная структура томских университетских кампусов

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ). Общая площадь зданий ТПУ составляет 327,5 тыс. м². Все здания ТПУ расположены в центральной части города. Основные учебные корпуса являются памятниками архитектуры, формируют исторический облик главной улицы г. Томска, образуя так называемый «европей-

ский квартал». Между собой учебные корпуса, как и общежития, находятся в шаговой доступности на расстоянии, не превышающем 1 км. Общежития ТПУ рассредоточены вокруг учебных корпусов, но большинство из них сконцентрированы в студенческом городке, расположенном рядом с университетом на ул. Усова и ул. Вершинина. В непосредственной близости от главного корпуса имеется общежитие гостиничного типа для временного проживания иностранных и российских студентов, слушателей курсов повышения квалификации, сотрудников ТПУ. Также в шаговой доступности от учебных корпусов и общежитий находятся Научная библиотека ТПУ, Международный культурный центр и санаторий-профилакторий. Наиболее удален от учебных корпусов спортивный центр «Политехник», включающий в себя лыжную базу, современный стадион, лыжероллерную трассу. Этот комплекс является одним из крупнейших спортивных центров Томска и доступен не только для студентов и преподавателей вуза, но и для других университетов и жителей города в целом.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Общая площадь зданий СибГМУ составляет 106,2 тыс. м². Корпуса СибГМУ расположены достаточно компактно в непосредственном контакте с территорией ТГУ. При этом главным зданием СибГМУ является исторический корпус (памятник архитектуры), ранее входивший в состав Императорского университета. Библиотека и спортивный центр СибГМУ находятся в разных частях городского центра, но в пешеходной доступности от учебных корпусов. Университет имеет 5 общежитий. Два из них расположены рядом с университетом, остальные рассредоточены по городу с разной степенью удаленности от учебных корпусов.

ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). Общая площадь зданий ТУСУРа составляет 133,2 тыс. м². Территориально-пространственная структура вуза выглядит неравномерной, учебные корпуса расположены в разных частях города. Главный корпус является памятником архитектуры, находится на пр. Ленина и включен в линейку исторических зданий СибГМУ, ТГУ и ТПУ. Вместе с тем большинство объектов университетской инфраструктуры удалены от главного корпуса и сосредоточены в периферийной юго-западной части городского центра, образуя комплекс из учебных корпусов и общежитий. Здесь же расположен бизнес-инкубатор. Студенческий городок представляет собой компактное жилое образование из 5 общежитий и расположен в комплексе со студенческим городком ТГУ и спортивными объектами ТПУ.

ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет» (ТГПУ). Общая площадь зданий ТГПУ составляет 85,3 тыс. м². Так же, как в ТУСУРе, территория ТГПУ неоднородна. Есть исторически сложившаяся пространственная среда, которая выглядит довольно компактно, включает в себя учебные корпуса и комплекс общежитий в пешеходной доступности. Ядром является главный учебный корпус ТГПУ – памятник архитектуры, построенный в начале XX в. для Томского учительского института. Вместе с тем есть объекты, расположенные на большом расстоянии от основных университетских зданий. К ним относятся учебные корпуса и бассейн, находящиеся в северной части города, почти в 5 км от главного корпуса ТГПУ.

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ). Общая площадь зданий ТГАСУ составляет 111,5 тыс. м². Кампус ТГАСУ насчитывает 12 учебных корпусов, 7 общежитий. Основная территория ТГАСУ находится в границах исторического поселения в месте возникновения города на Воскресенской горе. Главный корпус является памятником архитектуры, вокруг него расположены и исторические здания, и новые корпуса. Кроме этого комплекса имеется ряд корпусов, расположенных в разных частях города. Самые удалённые из них размещены в северной части Томска вне городского центра, в радиусе 2 км от главного корпуса. Студенческий городок является компактным образованием и находится в пешеходной доступности от всех учебных корпусов университета. Городок включает в себя 6 общежитий, спорткомплекс, стадион, детский сад для детей работников вуза, профилакторий, бизнес-инкубатор.

Для определения особенностей территориально-пространственной организации томских университетов был выполнен сравнительный анализ инфраструктурных параметров вузов. В частности, была сделана оценка достаточности общей площади помещений для обеспечения образовательной деятельности университетов и выявлены радиусы пешеходно-транспортной доступности учебных корпусов и общежитий для студентов.

Сравнительный анализ основных параметров университетских кампусов представлен в таблице.

Как видно из представленного анализа, томские университетские кампусы имеют различный уровень инфраструктурной обеспеченности. Для понимания уровня обеспеченности учебно-лабораторными помещениями по сравнению с ведущими вузами страны был сделан анализ этого показателя в национальных университетах: в Дальневосточном федеральном университете, Сибирском федеральном университете, Южном федеральном университете. В этих вузах количество общей площади учебно-лабораторных помещений варьируется от 25 кв. м/студент (ДФУ) до 16 кв. м/студент (СФУ и ЮФУ). Сравнивая эти показатели с показателями томских вузов, можно констатировать, что данному параметру в наибольшей степени удовлетворяет инфраструктура ТПУ и ТГАСУ. В расчете на 1 студента (приведенного контингента) ТПУ имеет 20,11 кв. м учебно-лабораторных помещений, ТГАСУ – 17,92 кв. м таких помещений. В ряду вузов с недостаточной инфраструктурной обеспеченностью находятся ТГУ, ТУСУР, СибГМУ и ТГПУ. Количество общей площади учебно-лабораторных помещений в этих вузах варьируется от 11, 64 кв. м/студент (ТГУ) до 12,71 кв. м/студент (ТГПУ).

Оценка нуждаемости томских вузов в общежитиях показала еще большую разбежку по этому параметру. Наиболее тяжелая ситуация наблюдается в СибГМУ. Доля студентов СибГМУ, не обеспеченных собственным общежитием, в числе студентов, нуждающихся в общежитии, составляет 44,24 %. Не менее сложная ситуация в ТПУ. Несмотря на один из самых высоких уровней обеспеченности общежитиями, ТПУ испытывает дефицит мест. Доля студентов ТПУ, не обеспеченных собственным общежитием в числе студентов, нуждающихся в общежитии, составляет 25,17 %. В ТГУ ситуация с обеспеченностью общежитиями в последнее время улучшается, но по-прежнему

этот показатель остается высоким и составляет 20,92 %. В ТУСУРе доля студентов, нуждающихся в общежитиях, составляет 11,89 %. Наиболее высокий уровень обеспеченности общежитиями имеет ТГАСУ. Также не имеет потребности в общежитиях ТГПУ.

**Территориально-пространственные параметры
университетских кампусов г. Томска
(данные получены из Мониторинга эффективности деятельности
образовательных организаций высшего образования 2020 года)**

Название университета	Общее количество студентов и аспирантов	Общая площадь учебных корпусов, кв. м		Общая площадь общежитий, кв. м		Общая площадь крытых спорт. сооружений, кв. м		Радиус доступности нового комплекса вуза до студ. городка, км
		Всего	в т.ч. на од-ного студ.	Всего	в т.ч. на од-ного студ.	Всего	в т.ч. на од-ного студ.	
ТГУ	13 767	135 528	9,84	84 465	6,14	6989	0,51	2,7
ТПУ	11 494	172 925	15,04	92 047	8,01	4698	0,41	1
ТГПУ	7020	44 229	6,30	27 889	3,97	215	0,03	0,5 (самый удалённый корпус 4,5 км)
ТУСУР	12 479	76 792	6,15	46 115	3,70	3420	0,27	2,8
СибГМУ	8015	75 993	9,48	26 748	3,34	2608	0,33	1,8
ТГАСУ	5554	59 562	10,72	38 422	6,92	5731	1,03	1,3 (до корпуса на Каштаке 2 км)
Западно-Сибирский филиал РГУП	638	3534	5,54	0	0,00	259	0,41	0
ТСИ – филиал НГАУ	1448	6233	4,30	2469	1,71	188	0,13	0

Вместе с оценкой состояния инфраструктуры университетских кампусов был выполнен анализ градостроительной организации томских вузов. Для более точной оценки существующего разнообразия территориально-пространственных структур городских университетов предлагается использовать классификацию, предложенную Г.И. Кулешовой, но при этом установить кри-

терии, по которым можно определять степень локальности или дисперсности вуза. В качестве критерия предлагается использовать радиус пешеходно-транспортной доступности основных объектов университетской инфраструктуры (учебно-лабораторных корпусов, библиотек, объектов культурного и спортивного назначения) по отношению к общежитиям и студенческим городкам. К локальным университетам предлагается относить вузы, в которых более 75 % зданий размещено в радиусе доступности не более 0,5 км. Вузы, не попадающие под этот критерий, предлагается относить к дисперсным. При этом в случае размещения более 75 % объектов вузов в радиусе доступности от 0,5 до 1,5 км университетские кампусы предлагается относить к вузам с низкой степенью дисперсности; с радиусом доступности от 1,5 до 3 км – к вузам средней степени дисперсности; с радиусом более 3 км – к вузам с высокой степенью дисперсности.

Как показывает практика функционирования университетов, еще одним важным критерием успешности и привлекательности вуза является характер размещения университетского кампуса по отношению к городскому центру. Здесь следует отметить и согласиться со словами Г.И. Кулешовой о том, что «размещение университетов в крупных городах, причём в непосредственной близости от исторического центра, целесообразно и оправданно, поскольку крупные города обеспечивают необходимую для эффективного развития инновационной сферы критическую массу исследователей – своего рода питательный бульон для возникновения новых идей, технического и культурного обмена» [7].

В этой связи предлагается городские университеты разделять на университеты, расположенные в центральной части города, на границе центральной части города, на периферии города.

Градостроительная классификация университетских кампусов представлена на рис. 2.

Схема размещения объектов томских университетских кампусов и радиусы доступности учебных корпусов и студенческих городков вузов представлены на рис. 3.

Исходя из предложенной классификации и выявленных радиусов доступности, можно сделать следующие выводы. Все томские университетские кампусы имеют дисперсную территориально-пространственную структуру. К вузам с низкой степенью дисперсности можно отнести университетскую инфраструктуру ТПУ. Абсолютное большинство зданий, за исключением спорткомплекса «Политехник», находятся в радиусе 1,35 км от студенческого городка. К университетским кампусам с низкой степенью дисперсности можно отнести территориально-пространственную структуру СибГМУ. Основной комплекс этого вуза сосредоточен в радиусе 1,14 км от основных общежитий университета. Среднюю степень дисперсности имеют ТГУ, ТГАСУ и ТУСУР. Томский государственный университет локализуется на двух площадках. Исторически сложилось, что студенческий городок ТГУ удален от основного университетского комплекса на 2,86 км. Вместе с тем строительство новых общежитий рядом с университетом в радиусе 1,15 км позволило в значительной степени увеличить компактность вуза. Аналогичную ситуацию имеет ТУСУР. Несмотря на удаленность в радиусе 2,86 км главного корпуса университета, ТУСУР имеет высокую компактность

учебно-лабораторных корпусов и общежитий в юго-западной части города. ТГАСУ находится на некотором удалении от основного ядра томского научно-образовательного кластера, но так же, как и большинство томских университетов, расположен в границах исторического поселения «Город Томск». Его территориально-пространственная структура также имеет среднюю степень дисперсности. Студенческий городок ТГАСУ находится в радиусе 1,8 км от учебных корпусов и равноудален как от исторически сложившейся территории университета на пл. Соляной, так и от новых корпусов, расположенных в жилом районе Каштак.

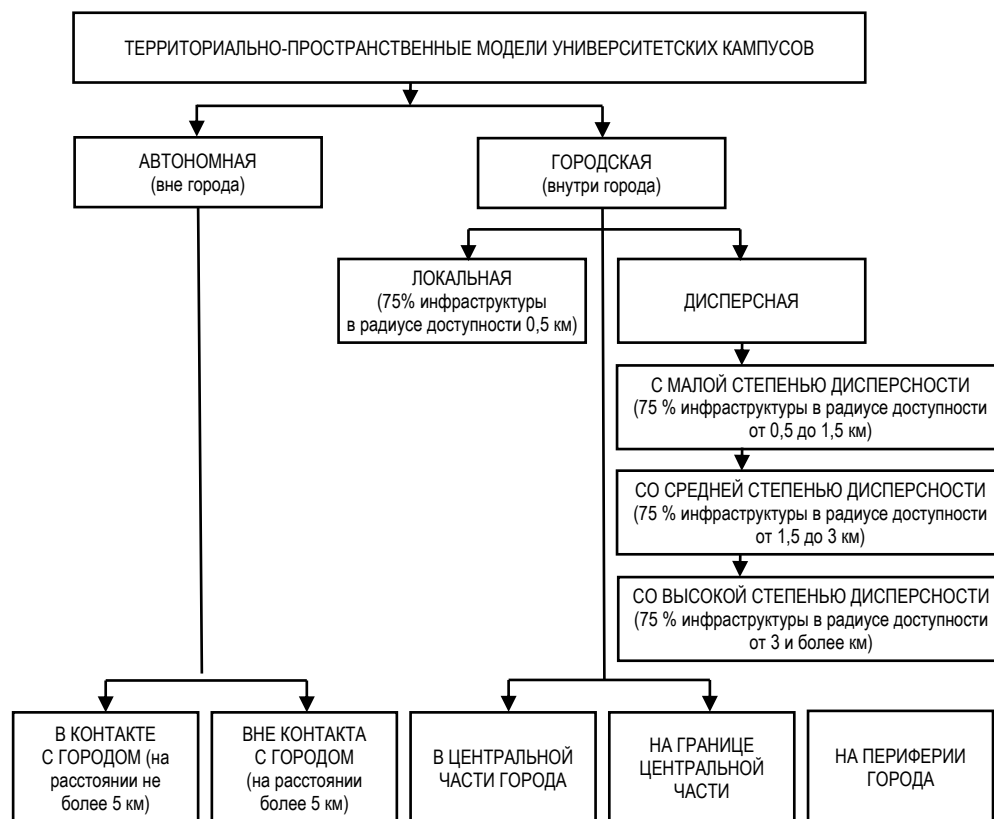


Рис. 2. Градостроительная классификация территориально-пространственной организации университетских кампусов

В наиболее сложной с точки зрения пешеходно-транспортной доступности находится ТГПУ. Сегодня ТГПУ локализован на трех территориях с удаленностью одной из них от общежитий ТГПУ на 4,6 км. По сути, мы имеем ситуацию, когда университетский кампус в большей степени тяготеет к высокой степени дисперсности, но с учетом предложенных критериев ТГПУ попадает в группу вузов, имеющих среднюю степень дисперсности.

Анализируя особенности размещения томских вузов по отношению к центральной части города, можно констатировать, что томский университетский кластер представляет собой уникальную градостроительную структуру.

ру. Большинство объектов томских университетов расположено в исторически сложившемся центре города. На границе с историческим центром находится ряд учебных корпусов и общежитий ТГУ, ТГАСУ, ТГПУ, ТУСУРа. На периферии города расположена площадка Ботанического сада ТГУ.

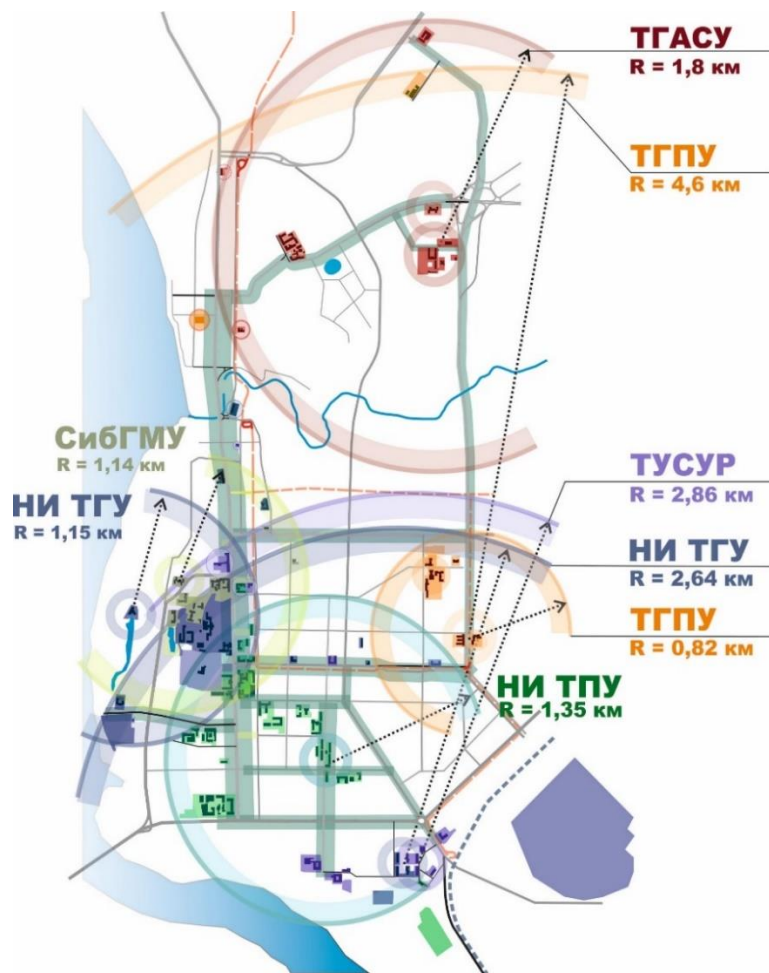


Рис. 3. Радиусы доступности учебных корпусов и студенческих городков томских университетских кампусов

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Размещение томских университетских кампусов характеризуется уникальной градостроительной ситуацией, когда 73 % университетских территорий (без учета Ботанического сада ТГУ) находятся в границах исторического поселения «Город Томск». Все главные корпуса вузов являются памятниками архитектуры.

2. Существующая обеспеченность учебно-лабораторными помещениями томских кампусов неравномерна. Наиболее высокое количество учебно-лабораторных площадей в расчете на 1 студента имеется в ТПУ и ТГАСУ.

К удовлетворительной обеспеченности учебно-лабораторными помещениями можно отнести ТГУ, ТГПУ, ТУСУР и СибГМУ.

3. Высокую нуждаемость в общежитиях испытывает СибГМУ. Доля студентов СибГМУ, не обеспеченных собственным общежитием в числе студентов, нуждающихся в общежитии, составляет 44,24 %. Требуется строительство новых общежитий для ТГУ, ТПУ. Доля нуждающихся студентов составляет 25 и 20 % соответственно. В ТУСУРе доля нуждающихся составляет 11,9 %.

4. Территориально-пространственная структура томских кампусов является дисперсной. Радиус доступности студенческих городков до учебных корпусов варьирует от 0,5 до 5 км. К кампусам с низкой степенью дисперсности относятся ТПУ, СибГМУ и ТСИ (филиал НГАУ), к кампусам со средней степенью дисперсности – ТГУ, ТГАСУ, ТУСУР, к кампусам с высокой степенью дисперсности тяготеет ТГПУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимова К.А. Влияние взаимосвязи города и университетов на формирование комфортной среды // Тенденции развития науки и образования. 2021. Июль. № 75. Ч. 1. С. 143–145.
2. Высоковский А., Евсягина А. Университет в городе // Отечественные записки. 2013. № 4 (55). URL: <https://strana-oz.ru/2013/4> (дата обращения: 04.07.2021).
3. Старилов А.А. Культура пространственной организации как фактор конкурентоспособности университета // Университетское управление: практика и анализ. 2011. № 2. С. 15–29. URL: <https://www.umj.ru/jour/article/view/611> (дата обращения: 20.07.2021).
4. Зобова М.Г. Обновление архитектурно-градостроительной типологии университетских кампусов в России // Вестник ОГУ. 2015. № 5 (180). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obnovlenie-arhitekturno-gradostroitelnoy-tipologii-universitetskikh-kampusov-v-rossii> (дата обращения: 15.07.2021).
5. Распределённый кампус ВШЭ в Москве. URL: <https://www.hse.ru/buildinghse/rcampus> (дата обращения: 20.10.2021).
6. Университетские кампусы и город: кооперация ради конкурентоспособности. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/3f0/kbpm276p3tau6knlzdl3d6ozz0fve0e.pdf> (дата обращения: 02.09.2021).
7. Кулешова Г.И. Университет и город. Очерк эволюции связи университетской институции с городской средой. Часть 1. Мировой опыт // Academia. Архитектура и строительство. 2021. № 4. С. 70–79.
8. Город стал студенческой столицей России. URL: <https://rg.ru/2015/12/22/tomsk.html> (дата обращения: 02.07.2021).
9. Томск – город студентов. URL: <https://www.tsuab.ru/article/aboutTomsk> (дата обращения: 02.07.2021).
10. Основные результаты деятельности научно-образовательного комплекса Томской области в 2019 году. URL: <file:///C:/Users/User/Downloads/%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D1%8C%20%D0%904%20%D0%BE%D1%82%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE.pdf> (дата обращения: 03.07.2021).
11. О реализации государственной политики Томской области в сфере образования (2020 год) : доклад. URL: <https://depvpo.tomsk.gov.ru/pages/front/view/id/33112> (дата обращения: 03.07.2021).

REFERENCES

1. Maksimova K.A. Vliyanie vzaimosvyazi goroda i universitetov na formirovanie komfortnoi sredy [Relationship between city and universities affecting comfortable environment]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2021. No. 75. Pp. 143–145. (rus)

2. Vysokovskii A., Evsyagina A. Universitet v gorode [University in the city]. Otechestvennye zapiski. 2013. No. 4 (55). Available: <https://strana-oz.ru/2013/4> (accessed July 4, 2021). (rus)
3. Starikov A.A. Kul'tura prostranstvennoi organizatsii kak faktor konkurentosposobnosti universiteta [Culture of spatial organization as a factor of the university competitiveness]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*. 2011. No. 2. Pp. 15–29. Available: www.umj.ru/jour/article/view/611 (accessed July 20, 2021). (rus)
4. Zobova M.G. Obnovlenie arkhitekturno-gradostroitel'noi tipologii universitetskikh kampusov v Rossii [Updating architectural and urban planning typology of campuses in Russia]. *Vestnik OGU*. 2015. No. 5 (180). Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/obnovlenie-arhitekturno-gradostroitel'noi-tipologii-universitetskikh-kampusov-v-rossii> (accessed July 15, 2021). (rus)
5. Raspredelennyi kampus VShE v Moskve [Distributed campus in Moscow]. Available: www.hse.ru/buildinghse/rcampus (accessed October 20, 2021). (rus)
6. Universitetskie kampusy i gorod: kooperatsiya radi konkurentosposobnosti [University campuses and the city: Cooperation for competitiveness]. Available: www.csr.ru/upload/iblock/3f0/kbpm276p3tau6knlzdl3d6ozz0fve0e.pdf (accessed September 2, 2021). (rus)
7. Kuleshova G.I. Universitet i gorod. Ocherk evolyucii svyazi universitetskoj institucii s gorodskoj sredoy. Chast' 1. Mirovoj opyt [University and city. Connection between university and urban environment. Part 1. World experience]. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*. 2021. No. 4. Pp. 70–79. (rus)
8. Gorod stal studencheskoi stolitsej Rossii [The city became the student capital of Russia]. Available: <https://rg.ru/2015/12/22/tomsk.html> (accessed July 2, 2021). (rus)
9. Tomsk – gorod studentov [Tomsk is a city of students]. Available: www.tsuab.ru/article/aboutTomsk (accessed July 2, 2021). (rus)
10. Osnovnye rezul'taty deyatelnosti nauchno-obrazovatel'nogo kompleksa Tomskoi oblasti v 2019 godu [The main results of activities of research centre in the Tomsk region in 2019]. (rus)
11. Doklad "O realizatsii gosudarstvennoi politiki Tomskoi oblasti v sfere obrazovaniya (2020 god)" [Implementation of the state education policy of the Tomsk region. Report 2020]. Available: <https://depvpo.tomsk.gov.ru/pages/front/view/id/33112> (accessed July 3, 2021). (rus)

Сведения об авторах

Максимова Кристина Алексеевна, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kristina_maksimova_1005@mail.ru

Коренев Владимир Иннокентьевич, канд. архитектуры, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, vik.tomsk@rambler.ru

Authors Details

Kristina A. Maksimova, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kristina_maksimova_1005@mail.ru

Vladimir I. Korenev, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, vik.tomsk@rambler.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 624.012.454

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-150-163

Д.Н. СМЕРДОВ,

Сибирский государственный университет путей сообщения

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕЛАКСАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАБОТАЮЩИХ В СОСТАВЕ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРУЗОК

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния перепада температур на работу изгибаемых железобетонных конструкций, внешне армированных полимерными композиционными материалами, на основе углеродных волокон, длительно находящихся под воздействием статических нагрузок.

Построены кривые релаксации и напряжений полимерных композиционных материалов для испытанных серий образцов.

На основе полученных экспериментальных данных сделан вывод о влиянии перепада температур на работу длительно нагруженных изгибаемых железобетонных конструкций с внешним армированием полимерными композиционными материалами на основе углеродных волокон.

Ключевые слова: углеродное волокно; полимерный композиционный материал; углеродные ленты; нетканые полотна из плетеных волокон; композитные углепластиковые ламели; сетки с пропиткой стирол-бутадиеновой композицией; углеродные анкерные жгуты; двухкомпонентные эпоксидные связующие; несущая способность; модуль упругости, или модуль Юнга; внешнее армирование; прогибы; железобетонный элемент; прочность; жесткость; деформация; напряженно-деформированное состояние; релаксация; предел прочности; балка; арматура.

Для цитирования: Смердов Д.Н. Экспериментальные исследования влияния температурной релаксации и напряжения полимерных композиционных материалов, работающих в составе изгибаемых железобетонных элементов, при длительном воздействии нагрузок // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 150–163.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-150-163

D.N. SMERDOV,
Siberian State Transport University

TEMPERATURE AND STRESS RELAXATION OF POLYMER COMPOSITES OPERATING IN BENDING CONCRETE ELEMENTS UNDER CONSTANT LOAD

Purpose: The temperature and stress effects on the operation of concrete elements made of polymer composites and evaluation of their temperature and stress relaxation. **Design/methodology/approach:** Modern approach to bridge structure design and mathematical statistics of the experimental data processing. **Research findings:** Temperature relaxation and stress-strain curves are suggested for carbon fiber polymer composites in reinforced concrete elements under constant load. **Practical implications:** Initial data for adjusting the formulas of the ultimate limited stress for calculating reinforced concrete structures strengthening with polymer composite materials. **Originality/value:** The temperature drop effect must be considered in the operation of polymer composites in bending concrete elements.

Keywords: carbon fiber; polymer composite; carbon ribbon; bonded fabric; composite carbon fiber lamellas; two-component epoxy binder; load bearing capacity; Young's modulus; reinforcement; bending; concrete element; strength; stiffness; stress-strain state; relaxation; strength limit; beam.

For citation: Smerdov D.N. Eksperimental'nye issledovaniya vliyaniya temperaturnoi relaksatsii i napryazheniya polimernykh kompozitsionnykh materialov, rabotayushchikh v sostave izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov, pri dlitel'nom vozdeistvii nagruzok [Temperature and stress relaxation of polymer composites operating in bending concrete elements under constant load]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 150–163.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-150-163

Полимерные композиционные материалы – это пластики, армированные высокопрочными волокнами, которые при определенной температуре эксплуатации могут изменять свои свойства. Величина коэффициента температурного расширения α , $10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, для углеродных волокон отрицательная и варьируется в пределах $-0,6 \dots -1,45 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. При этом коэффициент температурного расширения α , $10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, для арматурной стали арматуры класса A400 и бетона положительный и лежит в интервале от 5,5 до $14,5 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Соответственно при нагреве углеродные волокна укорачиваются, а прямолинейные элементы из стали и бетона удлиняются. Разница между фактической температурой эксплуатации и температурой, при которой осуществлялось внешнее армирование железобетонных конструкций мостов полимерными композиционными материалами, может вызывать в них релаксацию или напряжение при действии длительных постоянных нагрузок за счет противоположности знаков коэффициентов температурного расширения материалов. Требуется исследовать влияние температурно-силовых факторов на работу железобетонных конструкций мостов с элементами из полимерных композиционных материалов с оценкой их релаксации и напряжения. В целом проблемам применения полимерных композиционных

материалов в железобетонных конструкциях зданий и сооружений различного назначения, а также мостов посвящены труды [1–18].

Исследования влияния температурно-силовых факторов на работу железобетонных конструкций с элементами из полимерных композиционных материалов были начаты в 2016 г. при финансировании ООО «Нанотехнологический центр композитов»¹ в «Испытательном центре технических средств железнодорожного транспорта» (ИЦ ТСЖТ) Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС). Опытными образцами служили изгибаемые железобетонные элементы с внешним армированием композиционными материалами CarbonWrap®. Для внешнего армирования образцов использовались углеродные ленты, нетканые полотна из плетеных волокон, композитные углепластиковые ламели, сетки с пропиткой стирол-бутадиеновой композицией, углеродные анкерные жгуты, а также двухкомпонентные эпоксидные связующие, применяемые при температуре от –60 до +110 °С.

Для испытаний подготавливались две группы образцов: контрольные и основные. Контрольные образцы подвергались испытаниям на прочность в лабораторных условиях до наступления предельного состояния. Основные образцы подвергались воздействию температурно-силовых факторов при заданном постоянном контролируемом усилии. Все усиленные образцы делились на серии в зависимости от их конструкции и примененных в них материалов усиления. Железобетонные конструкции, усиленные композиционными (композитными) материалами, с разбивкой на серии представлены в табл. 1. Железобетонные конструкции усиливались на действие изгибающего момента по нижней грани на всю ширину ребра, как показано на рис. 1: серии «ЖБ-Л» – в два слоя лентами CarbonWrap® Tape 230/300, серии «ЖБ-ПП» – неткаными плетеными полотнами Spread Tape 500/250), серии «ЖБ-С» – углеродными сетками CarbonWrap® Grid 600/1000 с устройством углеродных анкерных жгутов CarbonWrap® Anchor D12 и серии «ЖБ-ЛАМ» – углепластиковыми ламелями CarbonWrap® Lamel HS 14/50 с устройством U-образных обойм в приопорных зонах из лент CarbonWrap® Tape 230/300.

Испытания контрольных и основных образцов производились на специально изготовленном стенде, установленном непосредственно в климатическую камеру. При заданном постоянном контролируемом усилии усиленных полимерными композиционными материалами элементов конструктивные элементы подвергались замораживанию до –60, –40, –20, 0 °С и нагреву до +20, +40, +60, +90, +110 °С в климатической камере Techno 7010Wi объемом 10 м³. При заданных условиях внешних воздействующих механических и температурных факторов конструктивные элементы выдерживались в течение 2–3 ч до достижения в образцах заданной температуры и стабилизации относительных деформаций в элементах внешнего армирования и вертикальных прогибов. На протяжении каждого этапа температурно-силового воздействия фиксировались непрерывно во времени общие деформации образцов,

¹ ООО «НЦК» является совместным предприятием Фонда инфраструктурных и образовательных программ (ГК РОСНАНО) и компании DowAksa Advanced Composites Holdings BV (Dow Chemical).

относительные деформации элементов внешнего армирования полимерными композиционными материалами и уровень нагружения при помощи индуктивного датчика перемещения WA-200 (ДП), тензометрических датчиков деформаций (ТД) и мессдозы в составе измерительного комплекса Spider8. В процессе испытаний с целью оценки набора и стабилизации температуры образцов контролировалось распределение температуры по поверхности конструктивных элементов с помощью тепловизора TESTO 881 и измерителя-регулятора температуры 2TRM0 с термопарой сопротивления ДТС-224. В качестве примера на рис. 2 показан вид основных образцов при испытаниях на воздействие температурно-силовых факторов.

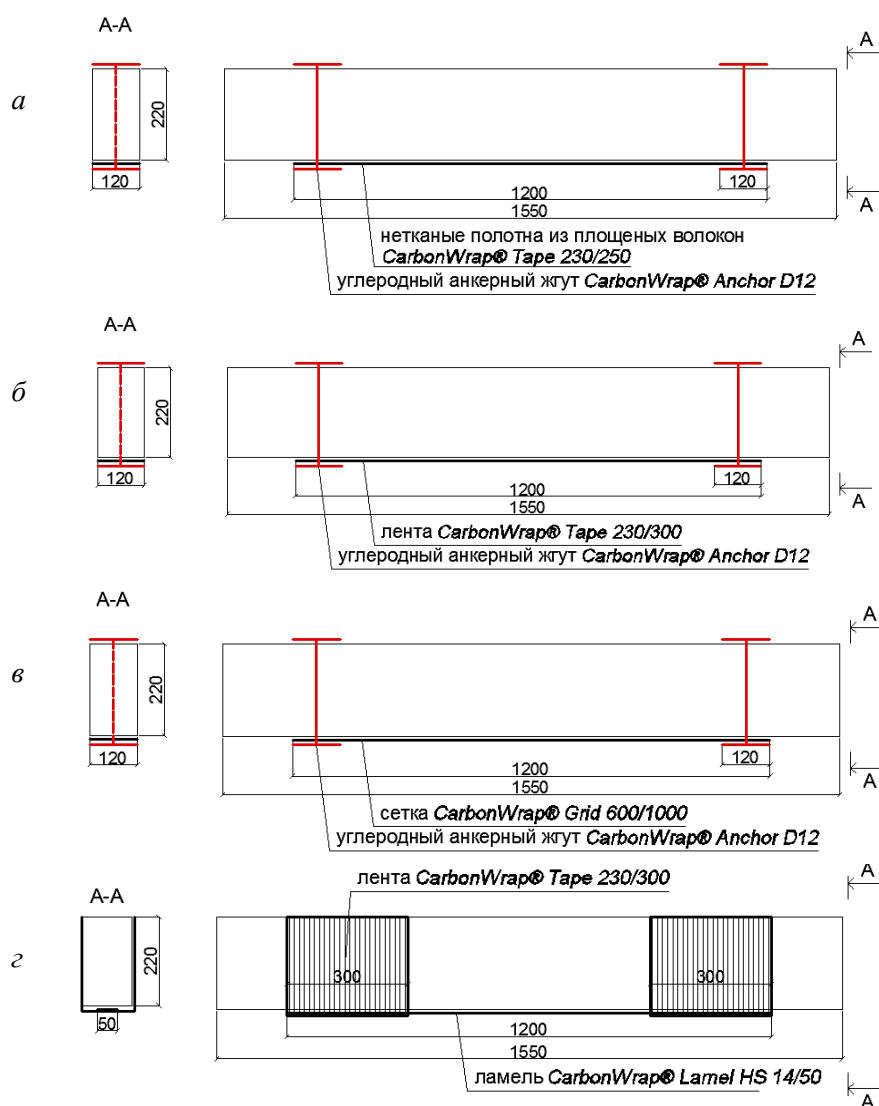


Рис. 1. Вид усиленных железобетонных образцов:
а – ЖБ-ПП; б – ЖБ-Л; в – ЖБ-С; г – ЖБ-ЛИАМ



Рис. 2. Испытания основных образцов на одновременное воздействие температуры и внешней длительной статической нагрузки на примере серии «ЖБ-ПП» в интервале температур:

a – от -60 до $+40$ °С; *б* – от $+60$ до $+110$ °С

Для анализа процесса изменения напряженно-деформированного состояния опытных образцов с элементами внешнего армирования при воздействии на них температурно-силовых факторов в табл. 1 и 2 представлены сведения о фактических величинах уровня нагружения серий опытных образцов $P_{\text{факт}}$ и относительных деформаций элементов усиления ε_f при действии соответствующих нагрузок и температур. А для оценки релаксации и напряжения полимерных композиционных материалов в табл. 1 и 2 показаны величины остаточных деформаций $\varepsilon_{f\text{ост}}$ при снятии статических нагрузок с опытных образцов.

Таблица 1

Результаты испытаний опытных образцов на действие температурно-силовых факторов в диапазоне температур от -60 до $+40$ °С

№ п/п	Серия	Температура, °С	Прогиб, мм	$P_{80\%}$, кН	$P_{\text{факт}}$, кН	ε_f , $1 \cdot 10^{-6}$	$\varepsilon_{f\text{ост}}$, $1 \cdot 10^{-6}$
1	ЖБ-Л	20	5,92	118	117	3831,81	1151,52
		40				4162,11	
		0				3686,43	
		-20				3300,22	
		-40				3235,69	
		-60				3013,49	
2	ЖБ-ПП	20	7,90	108	104	7415,72	Наступило предельное состояние
		40				7831,26	
		0				7636,26	
		-20				7023,36	
		-40				6824,09	
		-60				6671,52	

Окончание табл. 1

№ п/п	Серия	Температура, °С	Прогиб, мм	$P_{80\%}$, кН	$P_{факт}$, кН	ε_f , $1 \cdot 10^{-6}$	$\varepsilon_{фост}$, $1 \cdot 10^{-6}$
3	ЖБ-С	20	7,82	67	65	5953,84	1101,93
		40				6223,66	
		0				6088,84	
		-20				5951,12	
		-40				5805,01	
		-60				5762,28	
4	ЖБ-ЛАМ	20	9,13	194	195	5346,00	1066,15
		40				5321,25	
		60				5600,05	
		0				5332,65	
		-20				5137,15	
		-40				5013,15	
		-60				4836,15	

Таблица 2

Результаты испытаний опытных образцов на действие температурно-силовых факторов в диапазоне температур от +20 до +110 °С

№ п/п	Серия	Температура °С	Прогиб, мм	$P_{80\%}$, Н	$P_{факт}$, Н	ε_f , $1 \cdot 10^{-6}$	$\varepsilon_{фост}$, $1 \cdot 10^{-6}$
1	ЖБ-Л-НТ+	20	5,66	118494	117558	3431,75	1068,86
		60				3430,52	
		90				3607,73	
		110				3706,76	
2	ЖБ-ПП-НТ+	20	6,97	108006	108406	6933,21	690,80
		60				7273,21	
		90				7479,46	
		110				7531,29	
3	ЖБ-С-НТ+	20	6,73	66881	66641	5520,48	405,52
		60				5599,23	
		90				5734,23	
		110				6029,23	

По результатам испытаний основных образцов по показаниям тензометрических датчиков деформаций были определены нормальные напряжения в полимерных композиционных материалах и для изучения закономерности релаксации и напряжений в усиленных конструкциях построены графики изменения во времени нормальных напряжений в элементах усиления, которые представлены на рис. 3, 4.

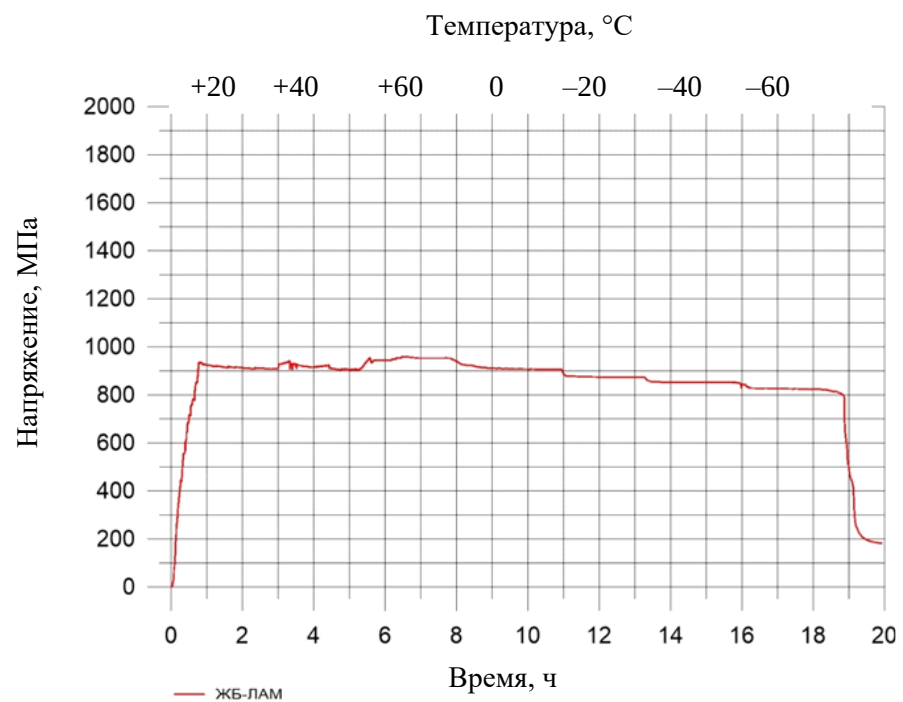
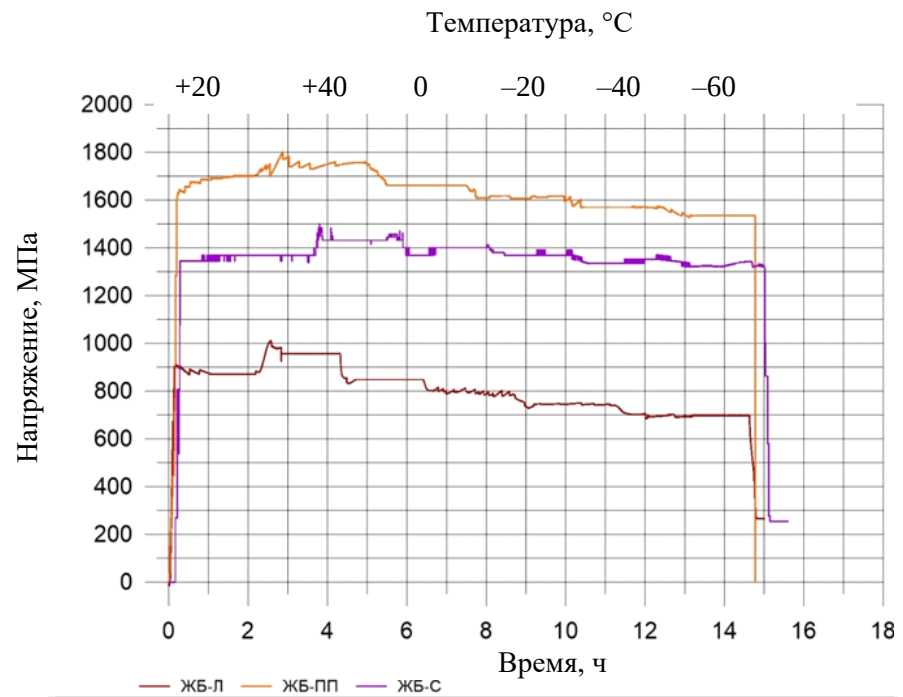


Рис. 3. Кривые релаксации и напряжения полимерных композиционных материалов для серий образцов

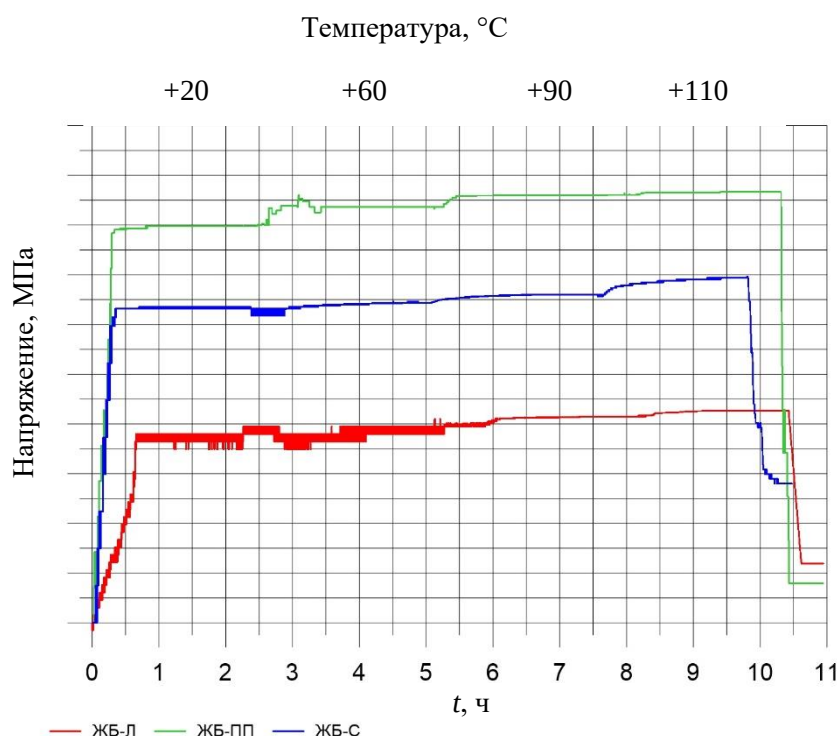


Рис. 4. Кривые напряжения полимерных композиционных материалов для серий образцов со связующими с повышенной температурой стеклования

В табл. 1 и 2: $P_{80\%}$ – требуемый уровень контролируемого нагружения основных образцов при испытании на температурно-силовые факторы; $P_{\text{факт}}$ – фактический уровень контролируемого длительного нагружения основных образцов при испытании на температурно-силовые факторы; ε_f – величины относительных деформаций в композиционных материалах при фактическом уровне нагружения и температуре образцов; $\varepsilon_{\text{фост}}$ – величины остаточных относительных деформаций в композиционных материалах после воздействия температурно-силовых факторов в принятом диапазоне воздействий при полной их разгрузке.

В ходе испытаний конструктивных элементов, усиленных полимерными композиционными материалами, на температурно-силовые факторы было установлено, что у одного образца серии «ЖБ-ПП» при охлаждении его до температуры -60 °C наступило предельное состояние в результате разрыва полотна из плоских углеродных волокон в середине пролета балки, как показано на рис. 5. Образцы других серий назначенный режим температурно-силового воздействия выдерживали, и, соответственно, предельного состояния в них не наступало. Однако у некоторых конструктивных элементов после их испытания на температурно-силовые воздействия были обнаружены повреждения в элементах усиления в виде отслоения лент CarbonWrap® Tape и ламелей CarbonWrap® Lamel HS – образцы серий «ЖБ-Л» и «ЖБ-ЛАМ».

Обнаруженные повреждения образцов с элементами усиления проиллюстрированы фотографиями на рис. 6.



Рис. 5. Вид основных образцов серии «ЖБ-ПП», потерявших несущую способность в процессе испытания на воздействие температурно-силовых факторов

а



б



Рис. 6. Вид образцов с повреждениями элементов усиления после воздействия на них температурно-силовых факторов:
а – серия «ЖБ-Л»; *б* – серия «ЖБ-ЛАМ»

В табл. 3 и 4 представлены результаты определения экспериментальных данных величин фактических нормальных напряжений σ_f и σ_{ft} в элементах внешнего армирования от действия нагрузок и температур, рассчитанных по результатам измерения относительных деформаций в композиционных материалах с учетом соответствующих модулей упругости. В табл. 3 и 4 σ_f – вели-

чина нормальных напряжений в композиционных материалах при фактическом уровне нагружения и температуре образцов; σ_{ft} – величина нормальных напряжений в композиционных материалах от действия температуры, определяемая по формуле

$$\sigma_{ft} = \sigma_f - \sigma_{f, +20\text{ }^{\circ}\text{C}},$$

где $\sigma_{f, +20\text{ }^{\circ}\text{C}}$ – величина нормальных напряжений в композиционных материалах при фактическом уровне нагружения и температуре образцов $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3

**Величина нормальных напряжений в элементах СВА
при действии температурно-силовых факторов в диапазоне температур
от -60 до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$**

№ п/п	Серия	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Прогиб, мм	$P_{80\%}$, кН	$P_{\text{факт}}$, кН	Модуль упругости, ГПа	σ_f , МПа	σ_{ft} , МПа
1	ЖБ-Л	20	5,92	118	117	230	881,32	+75,97
		40					957,29	
		0					847,88	-188,21
		-20					759,05	
		-40					744,21	
		-60					693,10	
2	ЖБ-ПП	20	7,9	108	104	230	1705,62	+95,57
		40					1801,19	
		0					1756,34	-171,17
		-20					1615,37	
		-40					1569,54	
		-60					1534,45	
3	ЖБ-С	20	7,82	67	65	230	1369,38	+62,06
		40					1431,44	
		0					1400,43	-44,06
		-20					1368,76	
		-40					1335,15	
		-60					1325,32	
4	ЖБ-ЛАМ	20	9,13	194	195	170	908,82	+43,19
		40					904,61	
		60					952,01	
		0					906,55	-86,67
		-20					873,32	
		-40					852,24	
		-60					822,15	

Таблица 4

**Величина нормальных напряжений в элементах СВА
при действии температурно-силовых факторов в диапазоне температур
от +20 до +110 °С**

№ п/п	Серия	Температура, °С	Прогиб, мм	$R_{80\%}$, Н	$R_{факт}$, Н	Модуль упругости, ГПа	σ_f , МПа	σ_{ft} , МПа
1	ЖБ-Л-НТ+	20	5,66	118494	117558	230	789,30	+63,25
		60					789,02	
		90					829,78	
		110					852,55	
2	ЖБ-ПП-НТ+	20	6,97	108006	108406	230	1594,64	+137,56
		60					1672,84	
		90					1720,28	
		110					1732,20	
3	ЖБ-С-НТ+	20	6,73	66881	66641	230	1269,71	+117,01
		60					1287,82	
		90					1318,87	
		110					1386,72	

В результате проведенных экспериментальных исследований подтверждено влияние температурно-силовых факторов на изменение напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций, усиленных композиционными материалами. За счет разницы коэффициентов температурного расширения углеродных волокон и материалов, из которых изготавливаются усиливаемые конструкции – бетон и металлическая арматура, возникают дополнительные относительные деформации при перепаде температур, которые при определенном уровне загруженности усиленных конструкций могут способствовать наступлению в них предельного состояния или появлению в элементах усиления дефектов и повреждений. Охлаждение усиленных конструкций относительно температуры, при которой осуществляется их усиление, наоборот, снимает часть нормальных напряжений в композиционном материале за счет противоположного знака коэффициента температурного расширения относительно бетона и металлической арматуры. Влияние релаксации и напряжений полимерных композиционных материалов, работающих в составе железобетонных элементов, требуется учитывать при определении несущей способности указанных элементов соответствующими расчетными формулами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белуцкий И.Ю., Сим А.Д. Специфика проектирования, изготовления конструкций, напряженно-армированных низко модульной композитной арматурой // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2020. № 54. С. 38–45.

2. Смердов Д.Н., Яцук М.О. Экспериментальные исследования несущей способности изгибаемых железобетонных элементов, усиленных преднапряженными полимерными композиционными материалами // Научный журнал строительства и архитектуры. 2019. № 3 (55). С. 72–83.
3. Селиванова Е.О., Смердов Д.Н. Экспериментальные исследования ползучести в композиционных материалах, усиливающих изгибаемые железобетонные элементы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 2 (33). С. 95–99.
4. Смердов Д.Н., Клементьев А.О. Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси изгибаемых железобетонных элементов с комбинированным армированием металлической и полимерной композиционной арматурой, с использованием нелинейной деформационной модели материалов // Науковедение : интернет-журнал. 2017. Т. 9. № 1. С. 34.
5. Плевков В.С., Балдин И.В., Невский А.В. К определению расчетных напряжений в стальной и углекомпозитной арматуре нормальных сечений железобетонных элементов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (60). С. 96–113.
6. Бокарев С.А., Смердов Д.Н. Полимерные композиционные материалы в транспортном строительстве // Транспорт Урала. 2016. № 1 (48). С. 24–30.
7. Неволин Д.Г., Смердов М.Н., Смердов Д.Н. Экспериментальные исследования несущей способности железобетонных конструкций горнотехнических зданий и сооружений // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2015. № 8. С. 138–142.
8. Неволин Д.Г., Клементьев А.О., Смердов Д.Н., Смердов М.Н. Методика расчета изгибаемых бетонных элементов, армированных полимерными композиционными материалами // Транспорт Урала. 2015. № 3 (46). С. 98–101.
9. Клементьев А.О., Смердов Д.Н., Смердов М.Н. Экспериментальные исследования прочности и деформативности изгибаемых железобетонных элементов, армированных в сжатой и растянутой зоне неметаллической композиционной арматурой // Транспорт Урала. 2014. № 4 (43). С. 50–55.
10. Бокарев С.А., Костенко А.Н., Смердов Д.Н., Неровных А.А. Экспериментальные исследования при пониженных и повышенных температурах железобетонных образцов, усиленных полимерными композиционными материалами // Науковедение : интернет-журнал. 2013. № 3 (16). С. 168.
11. Бокарев С.А., Власов Г.М., Неровных А.А., Смердов Д.Н. Коэффициенты надежности для композиционных материалов, применяемых для усиления железобетонных элементов мостовых конструкций // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 2 (35). С. 222–229.
12. Бокарев С.А., Смердов Д.Н., Неровных А.А. Методика расчета по прочности сечений эксплуатируемых железобетонных пролетных строений, усиленных композитными материалами // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. № 10 (622). С. 63–74.
13. Бокарев С.А., Смердов Д.Н. Экспериментальные исследования изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композитными материалами // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. № 2 (614). С. 112–124.
14. Бокарев С.А., Смердов Д.Н. Нелинейный анализ железобетонных изгибаемых конструкций, усиленных композитными материалами // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 2 (27). С. 113–125.
15. Бокарев С.А., Смердов Д.Н. Исследование влияния многократного замораживания и оттаивания на изменение несущей способности и деформативности изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композитными материалами // Транспорт Урала. 2010. № 3 (26). С. 98–104.
16. Бокарев С.А., Устинов В.П., Яшинов А.Н., Смердов Д.Н. Усиление пролетных строений с использованием композитных материалов // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 6. С. 30–31.
17. Klementev A.O., Smerdov D.N. Indicators of Reliability of Artificial Structures with Elements Made of Polymer Composite Materials at all Stages of their Life Cycle on the Basis of Risk Assessment/ // Transportation Research Procedia. 2017. V. 20. P. 624–629.

18. Smerdov D.N., Yashchuk M.O. Reinforced Concrete Elements Strengthened by Pre-stressed Fibre-reinforced Polymer (FRP) // *Transportation Research Procedia*. 2021. V. 54. P. 157–165.

REFERENCES

1. Belutskii I.Yu., Sim A.D. Spetsifika proektirovaniya, izgotovleniya konstruktssii, napryazhenno-armirovannykh nizkomodul'noi kompozitnoi armaturoi [Design and fabrication of structures reinforced by low-modulus composite]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya*. 2020. No. 54. Pp. 38–45. (rus)
2. Smerdov D.N., Yashchuk M.O. Eksperimental'nye issledovaniya nesushchei sposobnosti izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov, usilennykh prednapryazhennymi polimernymi kompozitsionnymi materialami [Load-bearing capacity of bending concrete elements reinforced with pre-stressed polymer composites]. *Nauchnyi zhurnal stroitel'stva i arkhitektury*. 2019. No. 3 (55). Pp. 72–83. (rus)
3. Selivanova E.O., Smerdov D.N. Eksperimental'nye issledovaniya polzuchesti v kompozitsionnykh materialakh, usilivayushchikh izgibaemye zhelezobetonnye elementy [Creep in composite materials reinforcing bending concrete elements]. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2017. No. 2 (33). Pp. 95–99. (rus)
4. Smerdov D.N., Klement'ev A.O. Raschet po prochnosti sechenii, normal'nykh k prodol'noi osi izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov s kombinirovannym armirovaniem metallichesko i polimernoi kompozitsionnoi armaturoi, s ispol'zovaniem nelineinnoi deformatsionnoi modeli materialov [Strength analysis of cross-sections normal to longitudinal axis of bending concrete elements with combined metal and polymer composite reinforcement using non-linear deformation model]. *Naukovedenie*. 2017. V. 9. No. 1. P. 34. (rus)
5. Plevkov V.S., Baldin I.V., Nevskii A.V. K opredeleniyu raschetnykh napryazhenii v stal'noi i uglekompozitnoi armature normal'nykh sechenii zhelezobetonnykh elementov [Estimated stresses in steel and carbon reinforced composite rebar of normal sections in concrete structures]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017. No. 1 (60). Pp. 96–113. (rus)
6. Bokarev S.A., Smerdov D.N. Polimernye kompozitsionnye materialy v transportnom stroitel'stve [Polymer composites in transport construction]. *Transport Urala*. 2016. No. 1 (48). Pp. 24–30. (rus)
7. Nevolin D.G., Smerdov M.N., Smerdov D.N. Eksperimental'nye issledovaniya nesushchei sposobnosti zhelezobetonnykh konstruktssii gornotekhnicheskikh zdaniy i sooruzhenii [Bearing capacity of reinforced concrete structures in mining buildings]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*. 2015. No. 8. Pp. 138–142. (rus)
8. Nevolin D.G., Klement'ev A.O., Smerdov D.N., Smerdov M.N. Metodika rascheta izgibaemykh betonnykh elementov, armirovannykh polimernymi kompozitsionnymi materialami [Calculation methodology for bending concrete elements reinforced with polymer composites]. *Transport Urala*. 2015. No. 3 (46). Pp. 98–101. (rus)
9. Klement'ev A.O., Smerdov D.N., Smerdov M.N. Eksperimental'nye issledovaniya prochnosti i deformativnosti izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov, armirovannykh v szhatoi i rastyannutoi zone nemetallichesko i kompozitsionnoi armaturoi [Strength and deformability of bending concrete elements reinforced in compressed and stretched zones by non-metallic composite]. *Transport Urala*. 2014. No. 4 (43). Pp. 50–55. (rus)
10. Bokarev S.A., Kostenko A.N., Smerdov D.N., Nerovnykh A.A. Eksperimental'nye issledovaniya pri ponizhennykh i povyshennykh temperaturakh zhelezobetonnykh obraztsov, usilennykh polimernymi kompozitsionnymi materialami [Experimental investigation at low and elevated temperatures of concrete elements reinforced with polymer composites]. *Naukovedenie*. 2013. No. 3 (16). 168 p. (rus)
11. Bokarev S.A., Vlasov G.M., Nerovnykh A.A., Smerdov D.N. Koeffitsienty nadezhnosti dlya kompozitsionnykh materialov, primenyaemykh dlya usileniya zhelezobetonnykh elementov mostovykh konstruktssii [Safety factor of composite materials reinforcing concrete elements of bridges]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2012. No. 2 (35). Pp. 222–229. (rus)

12. Bokarev S.A., Smerdov D.N., Nerovnykh A.A. Metodika rascheta po prochnosti sechenii ekspluatiruemykh zhelezobetonnykh proletnykh stroenii, usilennykh kompozitnymi materialami [Strength analysis of operating concrete superstructures reinforced with composite materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2010. No. 10 (622). Pp. 63–74. (rus)
13. Bokarev S.A., Smerdov D.N. Eksperimental'nye issledovaniya izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov, usilennykh kompozitnymi materialami [Experimental studies of composite bending concrete elements]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2010. No. 2 (614). Pp. 112–124. (rus)
14. Bokarev S.A., Smerdov D.N. Nelineinyi analiz zhelezobetonnykh izgibaemykh konstruksii, usilennykh kompozitnymi materialami [Non-linear analysis of bending concrete structures reinforced with composite materials]. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2010. No. 2 (27). Pp. 113–125. (rus)
15. Bokarev S.A., Smerdov D.N. Issledovanie vliyaniya mnogokratnogo zamorazhivaniya i ottaivaniya na izmenenie nesushchei sposobnosti i deformativnosti izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov, usilennykh kompozitnymi materialami [Effect of repeated freezing and thawing on bearing capacity and deformability of bending concrete elements reinforced with composite materials]. *Transport Urala*. 2010. No. 3 (26). Pp. 98–104. (rus)
16. Bokarev S.A., Ustinov V.P., Yashnov A.N., Smerdov D.N. Usilenie proletnykh stroenii s ispol'zovaniem kompozitnykh materialov [Span reinforcement by composite materials]. *Put' i putevye khozyaistvo*. 2008. No. 6. Pp. 30–31. (rus)
17. Klementev A.O., Smerdov D.N. Indicators of reliability of artificial structures with elements made of polymer composite materials at all stages of their life cycle on the basis of risk assessment. *Transportation Research Procedia*. 2017. V. 20. Pp. 624–629.
18. Smerdov D.N., Yashchuk M.O. Reinforced concrete elements strengthened by pre-stressed fibre-reinforced polymer. *Transportation Research Procedia*. 2021. V. 54. Pp. 157–165.

Сведения об авторе

Смердов Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук 191, DNSmerdov@mail.ru

Authors Details

Dmitriy N. Smerdov, PhD, Senior Research Assistant, Siberian State Transport University, 191, Dusi Koval'chuk Str., 630049, Novosibirsk, Russia, DNSmerdov@mail.ru

УДК 69.07

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-164-174

*А.А. КОЯНКИН¹, В.М. МИТАСОВ²,**¹Сибирский федеральный университет,**²Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АРМИРОВАННОГО КОНТАКТНОГО ШВА НА ОСНОВАНИИ ДВУЧЛЕННОГО ЗАКОНА ТРЕНИЯ ДЕРЯГИНА

В процессе проектирования сборно-монолитных конструкций необходимо учитывать возможное разрушение по контактному шву сопряжения монолитного и сборного бетонов. Причём, как показывают исследования различных авторов, качество устройства шва существенно влияет на его прочностные показатели. Кроме того, напряжённо-деформированное состояние контактного шва можно разделить на «классические» 3 стадии.

Рассмотрев конструктивные особенности формирования напряжённо-деформированного состояния сборно-монолитной конструкции в процессе воздействия сдвигающего усилия, авторы статьи отметили, что прослеживается линейная зависимость между предельными сдвигающими напряжениями, усилиями вертикального обжатия шва и степенью армирования поперечной арматурой. В связи с тем, что процесс деформирования контактного шва напрямую связан с вопросами трения и адгезии, в качестве основополагающей расчётной методики принят двучленный закон трения, предложенный проф. Б.В. Дерягиным.

В данной методике расчёта в качестве критерия исчерпания несущей способности принимается достижение предельных напряжений на сдвиг и основывается на коэффициенте истинного трения, напряжений обжатия и достижении предела текучести в поперечной арматуре.

Сопоставление результатов расчёта с данными экспериментальных исследований имеет удовлетворительную сходимость.

Ключевые слова: сборно-монолитные конструкции; контактный шов; несущая способность; трение; двучленный закон трения; сборный бетон; монолитный бетон.

Для цитирования: Коянкин А.А., Митасов В.М. Определение несущей способности армированного контактного шва на основании двучленного закона трения Дерягина // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 164–174.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-164-174

*A.A. KOYANKIN¹, V.M. MITASOV²,**¹Siberian Federal University,**²Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering*

DERYAGIN BINOMIAL LAW OF FRICTION FOR BEARING CAPACITY IDENTIFICATION OF REINFORCED JOINT

Cast-in-place and precast construction must consider a possible fracture of concrete along the reinforced joint. Moreover, the joint quality significantly affects its strength properties. The stress-strain state of the joint can be divided into three classical stages.

It is shown that the stress-strain state of cast-in-place and precast construction under a shear load, is characterized by the linear dependence between the maximum shear stress, vertical compression of the joint, and transverse reinforcement. Since the joint deformation relates to friction and adhesion, the Deryagin binomial law of friction is used to determine the bearing capacity identification of the reinforced joint.

The proposed calculation method implies the ultimate shear stress as an exhaustion criterion for the bearing capacity, which based on the true friction coefficient, compression stress and yield strength in the transverse reinforcement. It is shown that the obtained results are in good agreement with the experimental data.

Keywords: prefabricated monolithic structures; contact seam; bearing capacity; friction; binomial law of friction; precast concrete; monolithic concrete.

For citation: Koyankin A.A., Mitsov V.M. Opredelenie nesushchei sposobnosti armirovannogo kontaktnogo shva na osnovanii dvuchlennogo zakona treniya Deryagina [Deryagin binomial law of friction for bearing capacity identification of reinforced joint]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 164–174. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-164-174

Введение

Сборно-монолитное домостроение в настоящее время достигло существенного распространения, что объясняется возможностью данного вида строительства объединять положительные моменты зданий из сборного и монолитного железобетонных, минимизируя при этом их минусы [1–12]. При этом сборно-монолитным конструкциям присуща следующая особенность – наличие контактного шва сопряжения разновозрастных бетонов, что приводит к взаимному смещению монолитного и сборного бетонов в процессе деформирования и появлению дополнительного возможного вида разрушения в результате исчерпания несущей способности контактного шва.

Как отмечено в работах многих авторов [13–16], на надёжность контактного шва в сборно-монолитных конструкциях влияет большое количество факторов, к примеру:

- качество обработки поверхности сборного бетона (тщательная очистка от пыли и цементного «молочка», устройство насечки, смачивание, нанесение цементного раствора и т. д.);
- шпонки и поперечная арматура;
- форма шпонок, коэффициент и дисперсность армирования;
- усилие обжатия контактного шва.

Процесс деформирования контактного шва сборно-монолитных конструкций можно разделить на «классические» стадии напряжённо-деформированного состояния (далее НДС) следующим образом:

– стадия 1 – с начала загрузки и до момента образования продольной трещины. Характеризуется касательными напряжениями τ , которые не достигают предельных касательных напряжений, вызывающих образование продольной трещины τ_{crc} , т. е. $\tau < \tau_{crc}$;

– стадия 1а – в предельном состоянии стадии 1 достигнуты предельные значения напряжения τ_{crc} , что является пограничным состоянием перед образованием продольной трещины и «переходом» конструкции в стадию 2;

– стадия 2 – происходит образование продольной трещины, отделяющей монолитный бетон от сборного, что приводит к взаимному смещению поверхностей монолитного и сборного бетонов. Стадия 2 характеризуется касательными напряжениями τ , меньшими предельных касательных напряжений по несущей способности τ_u , т. е. $\tau < \tau_u$;

– стадия 2а – достигнуты предельные значения напряжений τ_u , что является пограничным состоянием перед исчерпанием несущей способности контактного шва на сдвиг и «переходом» конструкции в стадию 3;

– стадия 3 – разрушение конструкции контактного шва.

Рассматривая результаты экспериментальных исследований [18–20, 22–25], направленных на изучение вопросов совместного деформирования разновозрастных бетонов в сборно-монолитных конструкциях, можно отметить, что в случае обеспечения несущей способности контактного шва только лишь за счёт сил трения и адгезии предельные напряжения по образованию продольной трещины практически равны предельным напряжениям по прочности, т. е. $\tau_{срс} \approx \tau_u$, а само разрушение носит хрупкий характер без существенных предварительных деформаций и отличается резким внезапным смещением монолитного бетона относительно сборного по контактному шву. При этом сами контактные швы обладают относительно небольшой несущей способностью и нестабильны в плане постоянства результатов. Данные обстоятельства приводят к необходимости установки поперечной арматуры или устройства шпонок.

В рамках настоящей статьи рассмотрены вопросы определения предельных напряжений на сдвиг контактных швов сборно-монолитных конструкций, выполненных с поперечной арматурой, т. е. на стадии 2а, когда исключены из процесса деформирования силы адгезии.

Методы

Несущая способность армированного контактного шва сборно-монолитной конструкции обеспечивается за счёт включения в процесс деформирования поперечной арматуры. Причём она (арматура) включается в процесс восприятия сдвигающего усилия не только как нагель, но и обеспечивает дополнительное прижатие монолитного бетона в процессе сдвига.

В работе [17] проф. Н.И. Карпенко указал, что силы зацепления по берегам трещины влияют на несущую способность контакта бетонов на сдвиг и их необходимо учитывать при выполнении расчёта, а кроме того, обозначено, что «...в общем виде смещения арматуры в трещине характеризуются двумя величинами: u_{gi} и v_{gi} », т. е. горизонтальные перемещения из-за наличия неровностей одновременно приводят и к вертикальным смещениям. Данный эффект можно объяснить следующим образом: в процессе сдвига монолитного бетона по поверхности сборного затвердевшие в пазах сборного бетона микрошпонки монолитного бетона «наезжают» на твёрдые частицы сборного бетона, что приводит к растяжению поперечных стержней, пересекающих контактный шов, и возникает эффект обжатия (рис. 1).

Аналогичные выводы, на основании собственных исследований и исследований других авторов, сделаны в работе [20], где обозначено, что арма-

тура, пересекающая трещину, «...приводит к включению в работу стыка зацеплений неровностей, имеющих на берегах трещины», а «...арматурные стержни испытывают сдвиг с растяжением и, следовательно, выполняют двойную роль – создают силы обжатия, перпендикулярные плоскости стыка, и воспринимают часть сдвигающих усилий за счёт нагельного эффекта». Однако, как показали исследования, «...доля нагельного эффекта в обеспечении несущей способности стыков незначительна...». Таким образом, становится очевидным влияние величины неровностей (чем больше, тем лучше) на несущую способность армированного контактного шва. Здесь же автор работы [20] приводит данные исследований величины шероховатости поверхности и указывает на значения средней величины выступов 1,25–1,74 мм, как вполне достаточных для достижения предела текучести в арматуре в процессе преодоления выступов.

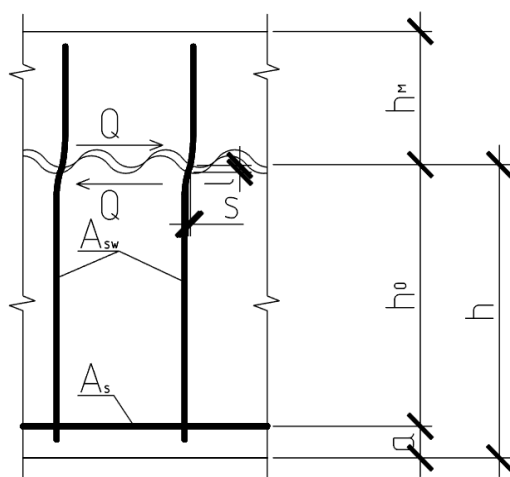


Рис. 1. Схема смещений (s – горизонтальных, l – вертикальных) при сдвиге

Аналогичные выводы о характере влияния поперечной арматуры на прочность контактного шва приведены и в других работах. В частности, на основании собственных исследований, а также приведённых данных исследований других учёных проф. В.В. Тур в работе [19] указал, что «... сжимающие напряжения, действующие перпендикулярно плоскости сдвига (создаваемые при растяжении поперечных стержней до того, как напряжения в них достигают предела текучести), следует учитывать в расчётах предельного сопротивления сдвигу сечения с начальной трещиной». Он также отметил, что «в сечении с трещиной, пересечённой определённым количеством арматуры, передача среза при зацеплении происходит главным образом за счёт сил трения, возникающих при скольжении по шероховатой поверхности трещины и нагельного эффекта от арматуры, пересекающей трещину». При этом на основании имеющихся экспериментальных данных по изучению влияния нагельного эффекта поперечной арматуры в работе [19] (в образцах поперечная арматура была изолирована от бетона мягким материалом, что исключало

влияние нагельного эффекта) сделан вывод о том, что зацепление по берегам трещины имеет большее влияние, чем нагельный эффект.

Авторами ряда работ отмечается линейное увеличение несущей способности контактного шва по мере роста коэффициента армирования (рис. 2).

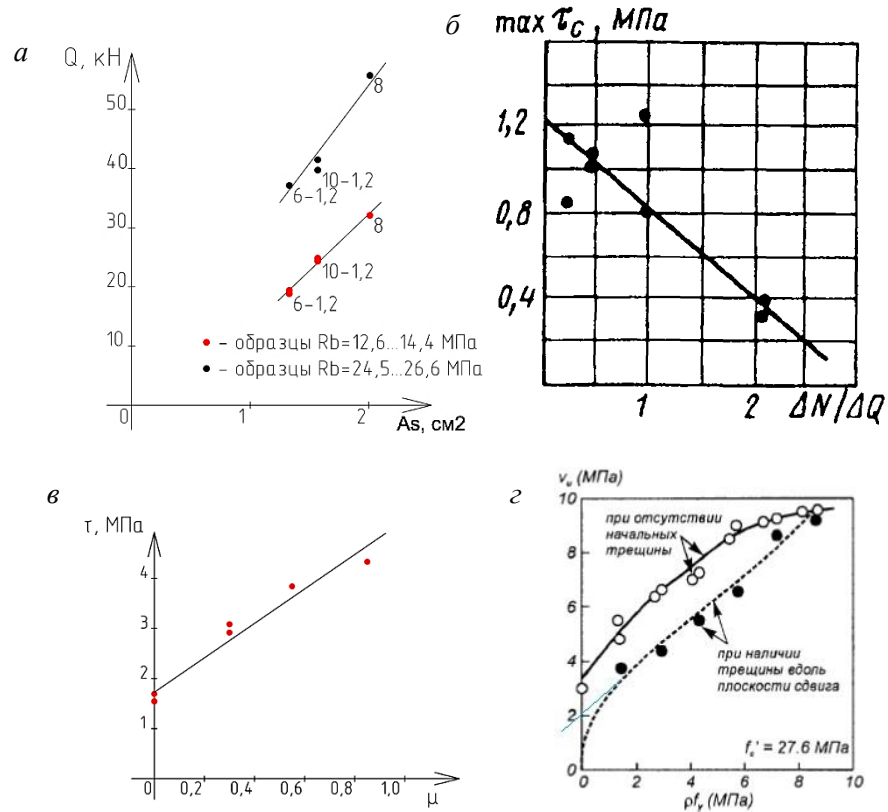


Рис. 2. Графики зависимости предельной прочности на сдвиг от поперечного армирования: а – построена по данным работы [21]; б – приведена в работе [22]; в – построена по данным работы [24]; з – приведена в работе [19] (под трещиной подразумевается шов сопряжения разновозрастных бетонов)

Отмеченная линейная зависимость между напряжениями на сдвиг и усилиями обжатия, вызванными поперечной арматурой, позволяет принять в качестве закона деформирования двучленный закон трения, разработанный известным учёным в области физической химии проф. Б.В. Дерягиным [25, 26], предложившим зависимость (рис. 3):

$$F = \mu(N + N_0) = \mu(N + S_0 p_0), \quad (1)$$

где F – предельная сдвигающая сила; μ – истинный коэффициент трения; N – сила внешней нагрузки, действующая на плоскость сдвига перпендикулярно к ней; $N_0 = S_0 p_0$ – равнодействующая сил молекулярного притяжения тел; S_0 – площадь действительного контакта; p_0 – сила молекулярного притяжения, действующая на единицу площади действительного контакта.

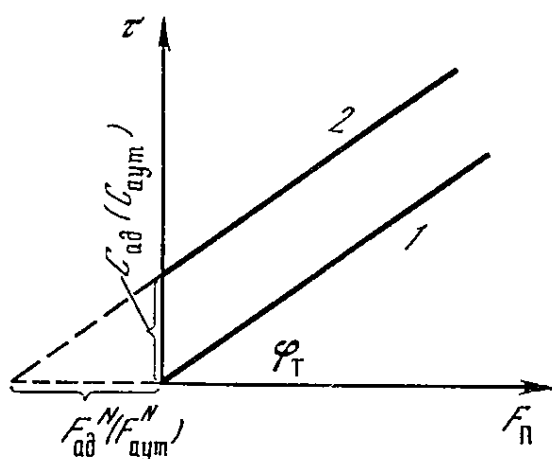


Рис. 3. Графическое представление двучленного закона трения Дерягина [26]

Удобство применения данного закона заключается в возможности одновременного учёта сил адгезии и трения. При этом силы адгезии, присутствующие на стадии 1, зависят от площади действительного контакта S_0 , определяемого выступами на поверхности твёрдых тел. Учитывая, что в сборно-монолитных конструкциях, в силу практически полного прилегания монолитного бетона к поверхности сборного, площадь номинального контакта S практически равна S_0 , т. е. $S_0 \approx S$, то уравнение (1) преобразуется к виду

$$\tau_{crc} = \mu(p + p_0), \quad (2)$$

где $\tau_{crc} = \frac{F}{S}$ – предельная величина касательных напряжений на сдвиг; $p = \frac{N}{S}$ – давление, действующее перпендикулярно на плоскость сдвига.

На стадии 1, до момента образования продольной трещины, происходит совместное деформирование монолитного и сборного бетонов. При этом за счёт возникновения в поперечном сдвигу направлении вышеобозначенных усилий растяжения в процесс деформирования вовлекается и поперечная арматура. Формулу, основанную на двучленном законе трения, можно записать в следующем виде [18]:

$$\tau(\sigma)_{crc} = \gamma_{тр}(-\sigma_c + \mu R_{sw}) + R_{b,sh}^{III}, \quad (3)$$

где $\gamma_{тр} = \text{tg} \alpha$ – коэффициент истинного трения; σ_c – вертикальные напряжения обжатия по контактному шву от внешней нагрузки; μ – коэффициент армирования поперечной арматурой; R_{sw} – расчётное сопротивление поперечной арматуры; $R_{b,sh}^{III}$ – касательные напряжения, соответствующие чистому сдвигу по контактному шву.

С образованием продольной трещины (стадия 2) наблюдается взаимное смещение поверхностей и исключение из процесса деформирования сил адгезии ($R_{b,sh}^{III} = 0$). При этом происходит «переход» усилия, воспринимаемого на

стадии I силами адгезии, на остальные составляющие (силы трения и поперечную арматуру), что сопровождается взаимным смещением поверхностей. Поперечная арматура, помимо эффекта обжатия, ещё и создаёт нагельный эффект, который необходимо учитывать в процессе выполнения расчёта сборно-монолитной конструкции на сдвиг после образования продольной трещины. Методики расчёта, учитывающие нагельный эффект, представлены в работах многих авторов. В частности, подробные исследования, объясняющие нагельный эффект, приведены в работах проф. В.М. Бондаренко и В.И. Колчунова [27], на основании которых возможно определить значения соответствующих напряжений $\tau_{s,sh}$, учитывающих вовлечение поперечной арматуры как нагеля (здесь следует иметь в виду и смятие бетона, и отрыв арматуры от бетона, сопротивление арматуры сдвигу и повороту в точках заделки и т. д.). Итоговое значение уравнения сопротивления сдвигу запишется в виде

$$\tau(\sigma)_u = \gamma_{тр}(-\sigma_c + \mu R_{sw}) + \tau_{b,loc} + \tau_{s,sh}. \quad (4)$$

Результаты

Ранее авторами статьи были проведены экспериментальные исследования контактного шва, армированного поперечной арматурой на сдвиг [5]. В общей сложности было испытано 3 серии армированных образцов по 5 шт. в каждой серии. Отличие образцов друг от друга состояло только в количестве стержней поперечной арматуры Ø6A400¹: 4 стержня (образцы Р4), 6 стержней (образцы Р5) и 10 стержней (образцы Р6). Приняв коэффициент трения $\gamma_{тр} = 0,75$, а $\sigma_c = 0$ (усилия обжатия отсутствовали в процессе проведения экспериментов), получим следующие результаты расчётов предельной несущей способности при сдвиге τ_u , которые при сопоставлении с данными экспериментальных исследований τ_{exp} показывают следующее:

- образцы Р4 – $\tau_u = 2,89$ МПа, $\tau_{exp} = 3,17$ МПа (разница 8,8 %);
- образцы Р5 – $\tau_u = 3,60$ МПа, $\tau_{exp} = 4,15$ МПа (разница 13,3 %);
- образцы Р6 – $\tau_u = 5,02$ МПа, $\tau_{exp} = 5,54$ МПа (разница 9,4 %).

Заключение

На основании вышеприведённых исследований можно сделать следующие выводы:

- процесс деформирования контактного шва сборно-монолитной конструкции возможно разделить на «классические» 3 стадии, определяемые границами образования трещин и исчерпания несущей способности;
- между предельными напряжениями сдвига по шву, степенью поперечного армирования и вертикального обжатия наблюдается линейная зависимость, которую возможно описать, используя двучленный закон деформирования, предложенный Б.В. Дерягиным;

¹ В работе [14] ошибочно указан класс арматуры А240.

– предложенная в данной статье зависимость между предельной несущей способностью на сдвиг, усилиями обжатия и степенью армирования поперечной арматурой обеспечивает удовлетворительную сходимость результатов расчёта с данными экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коянкин А.А., Митасов В.М. Испытания сборно-монолитного перекрытия на строящемся жилом доме // Бетон и железобетон. 2016. № 3. С. 20–22.
2. Medvedev V.N., Semeniuk S.D. Durability and deformability of braced bending elements with external sheet reinforcement // Magazine of Civil Engineering. 2016. № 3(63). P. 3–15.
3. Nedviga E., Beresneva N., Gravit M., Blagodatskaya A. Fire Resistance of Prefabricated Monolithic Reinforced Concrete Slabs of «Marko» Technology // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. 692. P. 739–749.
4. Yan J.B., Wang J.Y., Liew J.Y.R., Qian X.D., Zhang W. Reinforced ultra-lightweight cement composite flat slabs: Experiments and analysis // Materials and Design. 2016. № 95. P. 148–158.
5. Breccolotti M., Gentile S., Tommasini M., Materazzi A.L., Bonfigli M.F., Pasqualini B., Colone V., Ganesini M. Beam-column joints in continuous RC frames: Comparison between cast-in-situ and precast solutions // Engineering Structures. 2016. V. 127. P. 129–144.
6. Olmati P., Sagaseta J., Cormie D., Jones A.E.K. Simplified reliability analysis of punching in reinforced concrete flat slab buildings under accidental actions // Engineering Structures. 2017. V. 130. P. 83–98.
7. Koyankin A.A., Mitsov V.M. Stress-strain state of precast and cast-in place building // Magazine of Civil Engineering. 2017. V. 6 (74). P. 175–184.
8. Chepurnenko A.S. Stress-strain state of three-layered shallow shells under conditions of non-linear creep // Magazine of Civil Engineering. 2017. V. 8(74). P. 156–168.
9. Терновский И.А., Карякин А.А., Сонин С.А., Мордич Г.А., Лозакович О.В., Мордич А.И. Сопоставление затрат на возведение монолитных и сборно-монолитных несущих конструкций многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 1. С. 12–20.
10. Шембаков В.А. Возможности использования российской технологии сборно-монолитного каркаса для строительства в России качественного доступного жилья // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 9–15.
11. Шилов А.В., Петров К.С., Бобин А.А. Метод сокращения сроков строительства производственного предприятия путём использования новых сборно-монолитных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4 (47).
12. Koyankin A.A., Mitsov V.M. Stress-strain state of the precast monolithic bent element = Напряжённо-деформированное состояние сборно-монолитного изгибаемого элемента // Magazine of Civil Engineering. 2020. № 97 (5).
13. Гвоздев А.А. Изучение сцепления нового бетона со старым. Москва : Онти. Глав. ред. строит. лит-ры, 1936. 54 с.
14. Koyankin A.A., Mitsov V.M., Tskhay T.A. Compatibility of precast heavy and monolithic lightweight concretes deforming = Совместность деформирования сборного тяжёлого и монолитного лёгкого бетонов // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 8 (84). P. 162–172.
15. Евстифеев В.Г. Экспериментально-теоретические исследования соединений сборных оболочек : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ленинград, 1967. 23 с.
16. Кремнева Е.Г., Хаменок Е.В. Контактные швы в железобетонных составных конструкциях // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. Строительные конструкции. 2011. № 8. С. 48–53.
17. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. Москва : Стройиздат, 1976. 205 с.
18. Коянкин А.А., Митасов В.М. О применимости двучленного закона трения Дерягина к вопросам совместного деформирования разновозрастных бетонов в сборно-

- монолитных конструкциях // Инженерный вестник Дона : электронный научный журнал. 2021. № 9.
19. Тур В.В., Кондратчик А.А. Расчёт железобетонных конструкций при действии перерезывающих сил. Брест : Изд-во БГТУ, 2000. 400 с.
 20. Ашкинадзе Г.Н., Соколов М.Е., Мартынова Л.Д., Лишак В.И., Тассиос Ф., Цукантас С., Плайтис Н., Скарнас А. Железобетонные стены сейсмостойких зданий: Исследования и основы проектирования. Москва : Стройиздат, 1988. 499 с.
 21. Скворцов А.Г. Сопротивление контактных швов железобетонных конструкций при действии сдвигающих сил : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.23.01. Москва, 2000. 137 с.
 22. Холмянский М.М. Бетон и железобетон: Деформативность и прочность. Москва : Стройиздат, 1997. 576 с.
 23. Сунгатуллин Я.Г. Экспериментально-теоретические основы расчёта сопротивляемости сдвигу армированного и неармированного контактов сборно-монолитных конструкций // Сборные и сборно-монолитные конструкции : сб. научных трудов. Казань. С. 90–146.
 24. Городецкий Б.Л. Экспериментально-теоретические исследования прочности контакта в сборно-монолитных предварительно напряжённых железобетонных конструкциях : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.23.01, Свердловск, 1969. 29 с.
 25. Дерягин Б.В. Что такое трение? Москва : Изд-во академии наук СССР, 1963. 234 с.
 26. Зимон А.Д. Что такое адгезия. Москва : Наука, 1983. 176 с.
 27. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Расчётные модели силового сопротивления железобетона. Москва : Изд-во АСВ, 2004. 472 с.

REFERENCES

1. Koyankin A.A., Mitasov V.M. Ispytaniya sborno-monolitnogo perekrytiya na stroyashchemsya zhilom dome [Cast-in-place floor test in residential building under construction]. *Beton i zhelezobeton*. 2016. No. 3. Pp. 20–22. (rus)
2. Medvedev V.N., Semeniuk S.D. Durability and deformability of braced bending elements with external sheet reinforcement. *Magazine of Civil Engineering*. 2016. No. 3 (63). Pp. 3–15.
3. Nedviga E., Beresneva N., Gravit M., Blagodatskaya A. Fire resistance of prefabricated monolithic reinforced concrete slabs of Marko technology. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. V. 692. Pp. 739–749.
4. Yan J.B., Wang J.Y., Liew J.Y.R., Qian X.D., Zhang W. Reinforced ultra-lightweight cement composite flat slabs: Experiments and analysis. *Materials and Design*. 2016. No. 95. Pp. 148–158.
5. Breccolotti M., Gentile S., Tommasini M., Materazzi A.L., Bonfigli M.F., Pasqualini B., Colone V., Giancesini M. Beam-column joints in continuous RC frames: Comparison between cast-in-situ and precast solutions. *Engineering Structures*. 2016. V. 127. Pp. 129–144.
6. Olmati P., Sagaseta J., Cormie D., Jones A.E.K. Simplified reliability analysis of punching in reinforced concrete flat slab buildings under accidental actions. *Engineering Structures*. 2017. V. 130. Pp. 83–98.
7. Koyankin A.A., Mitasov V.M. Stress-strain state of precast and cast-in place building. *Magazine of Civil Engineering*. 2017. V. 6 (74). Pp. 175–184.
8. Chepurnenko A.S. Stress-strain state of three-layered shallow shells under conditions of non-linear creep. *Magazine of Civil Engineering*. 2017. V. 8 (74). Pp. 156–168.
9. Ternovskii I.A., Karyakin A.A., Sonin S.A., Mordich G.A., Lozakovich O.V., Mordich A.I. Sopotavlenie zatrat na vozvedenie monolitnykh i sborno-monolitnykh nesushchikh konstruktivnykh mnogoetazhnykh zdaniy [Cost comparison of cast-in-place and precast load-bearing structures in multi-floor buildings]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2020. No. 1. Pp. 12–20. (rus)
10. Shembakov V.A. Vozmozhnosti ispol'zovaniya rossiiskoi tekhnologii sborno-monolitnogo kar-kasa dlya stroitel'stva v Rossii kachestvennogo dostupnogo zhil'ya [Opportunities of using cast-in-place technology in quality affordable housing in Russia]. *Stroitel'nye materialy*. 2017. No. 3. Pp. 9–15. (rus)

11. Shilov A.V., Petrov K.S., Bobin A.A. Metod sokrashcheniya srokov stroitel'stva proizvodstvennogo predpriyatiya putem ispol'zovaniya novykh sborno-monolitnykh konstruksii [Reduction of construction deadlines of production plant based on cast-in-place technology]. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2017. No. 4 (47). (rus)
12. Koyankin A.A., Mitasov V.M. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie sborno-monolitnogo izgibaemogo elementa [Stress-strain state of the precast monolithic bent element]. *Magazine of Civil Engineering*. 2020. No. 97 (5).
13. Gvozdev A.A. Izuchenie stsepleniya novogo betona so starym [Bond between new and old concrete]. Moscow, 1936. 54 p. (rus)
14. Koyankin A.A., Mitasov V.M., Tskhay T.A. Sovmestnost' deformirovaniya sbornogo tyazhelogo i monolitnogo legkogo betonov [Compatibility of precast heavy and monolithic lightweight concretes deforming]. *Magazine of Civil Engineering*. 2018. No. 8 (84). Pp. 162–172. (rus)
15. Evstifeev V.G. Eksperimental'no-teoreticheskie issledovaniya soedinenii sbornykh obolochek: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Experimental and theoretical studies of cast-in situ shell connections. PhD Abstract]. Leningrad, 1967. 23 p. (rus)
16. Kremneva E.G., Khamenok E.V. Kontaktnye shvy v zhelezobetonnykh sostavnykh konstruksiyakh [Joints in reinforced concrete composite structures]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F. Stroitel'stvo. Prikladnye nauki. Stroitel'nye konstruksii*. 2011. No. 8. Pp. 48–53. (rus)
17. Karpenko N.I. Teoriya deformirovaniya zhelezobetona s treshchinami [The theory of deformation of cracked reinforced concrete]. Moscow: Stroiizdat, 1976. 205 p. (rus)
18. Koyankin A.A., Mitasov V.M. O primenimosti dvuchlennogo zakona treniya Deryagina k voprosam sovmestnogo deformirovaniya raznovozrastnykh betonov v sborno-monolitnykh konstruksiyakh [Deryagin binomial law of friction in joint deformation of different-aged concrete in cast-in place structures]. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2021. No. 9. (rus)
19. Tur V.V., Kondratchik A.A. Raschet zhelezobetonnykh konstruksii pri deistvii pererezyvayushchikh sil [Strength analysis of reinforced concrete structures under shear load]. Brest: BGTU, 2000. 400 p. (rus)
20. Ashkinadze G.N., Sokolov M.E., Martynova L.D., Lishak V.I., Tassios F., Tsukantas S., Plaipis N., Skarnas A. Zhelezobetonnye steny seismostoikikh zdaniy: Issledovaniya i osnovy proektirovaniya [Reinforced concrete walls of earthquake-resistant buildings: Research and design fundamentals]. Moscow: Stroiizdat, 1988. 499 p. (rus)
21. Skvortsov A.G. Soprotivlenie kontaktnykh shvov zhelezobetonnykh konstruksii pri deistvii sdvigayushchikh sil: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Resistance of contact joints in reinforced concrete structures under shear load]. Moscow, 2000. 137 p. (rus)
22. Kholmyanskii M.M. Beton i zhelezobeton: Deformativnost' i prochnost' [Concrete and reinforced concrete: Deformability and strength]. Moscow: Stroiizdat, 1997. 576 p. (rus)
23. Sungatullin Ya.G. Eksperimental'no-teoreticheskie osnovy rascheta soprotivlyaemosti sdvigu armirovannogo i nearmirovannogo kontaktov sborno-monolitnykh konstruksii [Experimental and theoretical basis for shear resistance analysis of reinforced and unreinforced contacts of cast-in place structures]. In: *Sbornye i sborno-monolitnye konstruksii: sb. nauchnykh trudov* (Coll. Papers 'Composite and Cast-in-Place and Precast Constructions'). Kazan'. Pp. 90–146. (rus)
24. Gorodetskii B.L. Eksperimental'no-teoreticheskie issledovaniya prochnosti kontakta v sborno-monolitnykh predvaritel'no napryazhennykh zhelezobetonnykh konstruksiyakh: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Experimental and theoretical investigations of contact strength in reinforced concrete cast-in-place and precast constructions]. Sverdlovsk, 1969. 29 p. (rus)
25. Deryagin B.V. Chto takoe trenie? [What is friction?]. Moscow, 1963. 234 p. (rus)
26. Zimon A.D. Chto takoe adgeziya [What is adhesion?]. Moscow: Nauka, 1983. 176 p. (rus)
27. Bondarenko V.M., Kolchunov V.I. Raschetnye modeli silovogo soprotivleniya zhelezobetona [Calculation models of strength resistance of concrete]. Moscow: ASV, 2004. 472 p. (rus)

Сведения об авторах

Коянкин Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, KoyankinAA@mail.ru

Митасов Валерий Михайлович, докт. техн. наук, профессор, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, MitassovV@mail.ru

Authors Details

Aleksandr A. Koyankin, PhD, A/Professor, Siberian Federal University, 79, SvobodnyI Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, KoyankinAA@mail.ru.

Valery M. Mitasov, DSc, Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, MitassovV@mail.ru

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.31

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-175-187

Е.С. КОРШИКОВА¹, А.М. ФУГАЕВА¹, Е.И. ВЯЛКОВА¹, Е.Ю. ОСИПОВА²,

¹Тюменский индустриальный университет,

²Томский государственный архитектурно-строительный университет

МИКРОВОЛНОВАЯ ОБРАБОТКА ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Модификация природных сорбентов с целью улучшения их сорбционных свойств актуальна во всем мире. Для сибирских регионов России особенный интерес представляют местные природные материалы (торф, мох и ягель) и отходы деревообрабатывающих производств (сосновые опилки), которые имеют потенциал как сорбенты для очистки сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты.

Одним из современных способов модификации и активации сорбентов является микроволновое (МВ) облучение. В статье представлены результаты научного исследования влияния МВ-обработки на свойства сорбентов природного происхождения.

Кратковременная микроволновая модификация практически не влияет на влагопоглощение и нефтепоглощение на образцах торфа и мха. Данные свойства ягеля и опилок, наоборот, улучшаются; особенно это проявляется у сосновых опилок – нефтеемкость возрастает на 41 %. В процессе исследуемой модификации образцов ягеля и сосновых опилок значения сорбционной емкости по отношению к растворенным в воде нефтепродуктам выросли на 11,4 и 17 % соответственно. Наилучший эффект достигнут при облучении сосновых опилок микроволнами мощностью 600 Вт в течение одной минуты.

Ключевые слова: природные сорбенты; нефтепродукты; микроволновая обработка; влагоемкость; нефтеемкость; интенсификация сорбции.

Для цитирования: Коршикова Е.С., Фугаева А.М., Вялкова Е.И., Осипова Е.Ю. Микроволновая обработка природных сорбентов в технологии очистки сточных вод // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 175–187.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-175-187

E.S. KORSHIKOVA¹, A.M. FUGAEVA¹, E.I. VYALKOVA¹, E.Yu. OSIPOVA²,

¹Tyumen Industrial University,

²Tomsk State University of Architecture and Building

MICROWAVE TREATMENT OF NATURAL SORBENTS IN WASTEWATER PURIFICATION

Purpose: Modification of natural sorbents to improve their sorption properties. **Design:** Microwave treatment effect on the properties of peat, reindeer moss, moss and pine sawdust.

Research findings: Short-term microwave treatment has no effect on the moisture and oil absorption by peat and moss. On the contrary, the properties of reindeer moss and sawdust are

improved, especially of wood waste, i. e., oil capacity increases by 41 %. The microwave treatment of reindeer moss and pine sawdust provides 11.4 and 17 % increase in the sorption capacity in relation to oil products dissolved in water, respectively. The best effect is observed for pine sawdust irradiation with 600 W microwaves for one minute. **Practical implication:** Activated sorbents can be used in purification of wastewater containing petroleum products. **Originality/value:** The sorption properties of Arctic natural materials modified with microwaves are studied for the first time.

Keywords: natural sorbents; petroleum products; microwave treatment; moisture capacity; oil capacity; sorption intensification.

For citation: Korshikova E.S., Fugaeva A.M., Vyalkova E.I., Osipova E.Yu. Mikrovolnovaya obrabotka prirodnkh sorbentov v tekhnologii ochistki stochnykh vod [Microwave treatment of natural sorbents in wastewater purification]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 175–187. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-175-187

Введение

Природоподобные технологии очистки сточных вод являются наиболее экологичными, безопасными и экономически выгодными методами в технологиях очистки сточных вод. Многие исследователи изучают полезные свойства природных сорбентов, таких как глины и глинистые минералы, торфы, опилки или крошка деревьев, водоросли, остатки от растений (шелуха, скорлупа, солома) и др. [1–13].

Перспективные сорбционные материалы для очистки сточных вод должны обладать не только высокими сорбционными свойствами, но и быть нетоксичными, обладать способностью к регенерации и легко утилизироваться, а также иметь низкую стоимость и доступную сырьевую базу. Основным недостатком природных материалов как сорбентов является их слабо выраженная сорбционная способность, на которую также негативно влияет их повышенная гидрофильность. Снижения водопоглощения и повышения сорбционной активности возможно добиться путем различных модификаций [1–3, 13].

Авторы работ [4–7, 14] доказывают, что микроволновое воздействие на сорбционные материалы позволяет добиться увеличения их сорбционной активности и удельной поверхности, снизить водопоглощение за счет равномерного и быстрого воздействия на материал, что сокращает время и упрощает способ обработки и, соответственно, уменьшает материальные затраты. Обнаружено, что микроволновое излучение в десятки раз ускоряет многие химические реакции, способствует быстрому объемному, а не только поверхностному нагреву жидких и твердых образцов, быстро и полностью удаляет влагу [8], что немаловажно при производстве сорбентов.

В табл. 1 представлены лучшие результаты по МВ-обработке сорбентов на основе природных материалов, используемых для очистки сточных вод.

Однако существуют следующие основные ограничения использования микроволнового излучения в технологиях подготовки сорбентов: увеличение затрат на электроэнергию, отсутствие магнетронов промышленных масштабов, из-за ограниченной глубины проникновения микроволн в материал твердых сорбентов обработке подлежат небольшие объемы [10, 11, 14].

Таблица 1

**Результаты по микроволновой обработке сорбентов
на основе природных материалов**

Сорбент	Процесс подготов- ки сор- бентов	Мощ- ность МВ- обработки	Продол- житель- ность	Темпера- тура	Эффект	Номер ссылки
Торф	МВ- нагрев	60–600 Вт	60 мин	Нет дан- ных	Нефтеемкость 2,5–2,73 г/г С увеличением мощности ад- сорбция йода возрастает в 1,2–1,4 раза (с 115 до 150 мг/г), а по метиленовому голубому снижа- ется в 2 раза (с 55 до 28 мг/г)	[9]
Торф	МВ- нагрев	900 Вт	12 мин	450 °С	Адсорбционная активность по йоду увеличи- лась с 11,4 до 19,1 %	[10]
Бурый уголь	МВ- нагрев	900 Вт	22,5 мин	315 °С	Адсорбционная активность по йоду увеличи- лась с 18,0 до 34,9 %	[10]
Монтмо- риллонит	МВ- нагрев	800 Вт	4 мин	154 °С	Адсорбция паров воды возросла с 0,67 до 3,66 ммоль/г	[11]
Сосновые опилки	Измель- чение, сушка и МВ- нагрев	600 Вт	2 мин	40 °С	Увеличение сорбционной емкости по нефтепродуктам в 3,7–4 раза для исходных кон- центраций менее 5 мг/дм ³ и в 1,2 раза для исход- ных concentra- ций 16–35 мг/дм ³	[3]
Рисовая шелуха	Сжигание в МВ- печи	Нет дан- ных	288 ч 384 ч	500 °С 800 °С	Удаление нефте- продуктов: на 78 % на 98 %	[12]

Тем не менее внедрение микроволновой обработки обеспечит экологически чистые методы подготовки сорбирующих материалов для очистки сточных вод, эффективную и экономичную интенсификацию процессов сорбции загрязнений и минимальное негативное воздействие на окружающую среду вследствие сокращения используемых реагентов на стадиях модификации, регенерации и активации сорбентов.

Методы и материалы

В качестве объекта исследований выбраны природные материалы Тюменского региона: торф, мох, ягель и сосновые опилки. Первые три образца брались из природной среды методом «квадрата». Сосновые опилки являются отходами деревообрабатывающего производства. На рис. 1 представлены фотографии исследуемых образцов.

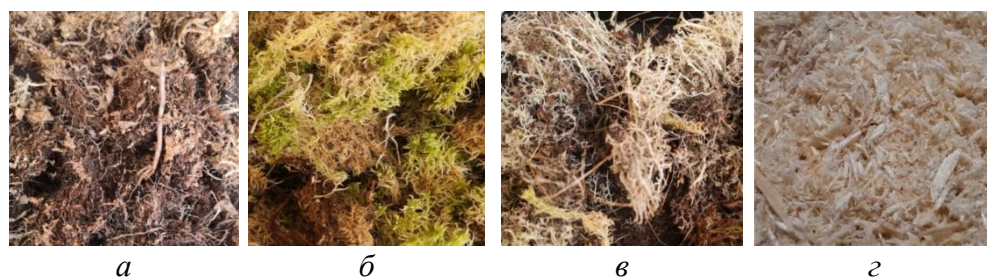


Рис. 1. Образцы природных материалов:

а – торф; б – мох; в – ягель; г – сосновые опилки

Образцы промывались, высушивались, и некоторая часть из них обрабатывалась микроволнами в бытовой СВЧ-печи при мощности 600 Вт, частоте 2,45 Гц в течение 1 мин.

Далее проверялись влагоемкость и нефтеемкость образцов гравиметрическим способом до и после микроволновой обработки. Влагопоглощение определялось по стандартной методике [15]. Испытуемая навеска сорбента составляла 5 г, слой образца изменялся от 1 до 30 мм в зависимости от диаметра чашки. Насыщение водой проводилось в течение 3 ч, и далее, после взвешивания, влагоемкость (w , г/г) вычислялась по формуле

$$w = \frac{m_c - m}{m}, \quad (1)$$

где m_c , m – масса сырого и сухого сорбента соответственно, г.

Погрешность измерения не превышала 1 %.

Нефтеемкость характеризуется массой нефти (m_n), удерживаемой единицей массы сорбента ($m_{\text{сорб}}$). Данный показатель определялся согласно стандартной методике [15]. Предварительно взвешенную сетку из медной проволоки с навеской сорбента (5 г) погружали в нефть, выдерживали 15 мин и извлекали, после того как избыток нефти стекал (в течение 30 с), образец взвешивали на прокладке из кальки. Массу нефти, которая осталась в образце,

вычисляли как массу взвешенного образца на сетке минус масса сетки, образца и кальки. Далее нефтеемкость (k , г/г) определяли по формуле

$$k = \frac{m_n}{m_{\text{сорб}}}, \quad (2)$$

где m_n – масса нефти, удерживаемой сорбентом, г; $m_{\text{сорб}}$ – навеска сорбента, г.

Все измерения проводились как минимум три раза с целью определения среднего значения и погрешности.

Сорбционные свойства проверялись в динамических условиях: через слой сорбента (5 г) пропускался модельный раствор нефтепродуктов (100 см³) со скоростью 0,1 см³/с. В фильтрате измерялась остаточная концентрация растворенных нефтепродуктов при помощи прибора «Флюорат 02-3М» по стандартной методике ПНД Ф 14.1:2:4.128–98 (изд. 2012 г.). Проводился сравнительный анализ для всех исследуемых образцов без достижения полной сорбционной емкости на низких концентрациях раствора.

Модельные растворы нефтепродуктов готовились с использованием смазочного материала (масло) для воздушных компрессоров Mobil Rarus SHC 1025 производства Франции. Концентрация составляла 13 мг/дм³, что входит в допустимые пределы для значений поверхностных сточных вод (от 1 до 25 мг/дм³) согласно СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения») и для бытовых сточных вод населенных пунктов (не более 15 мг/дм³).

Результаты исследований и обсуждение

Результаты определения влаго- и нефтеемкости сведены в табл. 2 и 3. В таблицах представлены средние значения по результатам трех параллельных измерений. Погрешность не превышает 10 %. Самой лучшей способностью удерживать воду и сырую нефть обладает мох, исходная влагоемкость которого в 4,2 раза выше, чем у ягеля, в 1,6 раза, чем у торфа и в 2,6 раза, чем у сосновых опилок. Микроволновое облучение незначительно снижает влагоемкость у торфа (на 2,6 %) и мха (6,4 %), немного увеличивает у сосновых опилок (3,7 %) и заметно повышает у ягеля (15,9 %). Исходная нефтеемкость мха выше значения для торфа в 1,8 раза, опилок – в 2,6 раза, ягеля – в 3,5 раза.

Таблица 2

Влагоемкость природных сорбентов

Природный сорбент	Влагоемкость исходная, г/г	Влагоемкость после МВ-обработки, г/г	Изменение, %	Примечание
Торф	9,510 ± 0,031	9,256 ± 0,012	–2,6	Незначительное снижение
Мох	15,343 ± 0,012	14,360 ± 0,030	–6,4	Незначительное снижение
Ягель	3,642 ± 0,022	4,224 ± 0,017	+15,9	Значительное повышение
Сосновые опилки	5,841 ± 0,010	6,056 ± 0,021	+3,7	Незначительное повышение

Таблица 3

Нефтеемкость природных сорбентов

Природный сорбент	Нефтеемкость исходная, г/г	Нефтеемкость после МВ-обработки, г/г	Изменение, %	Примечание
Торф	6,677 ± 0,015	6,409 ± 0,020	–4,0	Незначительное снижение
Мох	11,938 ± 0,022	11,094 ± 0,021	–7,1	Незначительное снижение
Ягель	4,380 ± 0,016	4,428 ± 0,017	+3,4	Незначительное повышение
Сосновые опилки	4,549 ± 0,011	6,436 ± 0,009	+41,5	Значительное повышение

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод о том, что влагоемкость и нефтеемкость для исследуемых образцов природных материалов – параметры созависимые: чем выше влагоемкость, тем выше поглощение сырой нефти. Микроволновое облучение положительно повлияло на влагоемкость и нефтепоглощение образцов только ягеля и сосновых опилок.

Микроволновое облучение образцов сорбентов растительного происхождения (торфа и мха) снижает их влагоемкость в пределах от 2,6 до 6,4 %. Также отмечается снижение поглощения сырой нефти этими материалами (от 3,4 до 7,1 %). Можно предположить, что это происходит из-за изменения структуры торфа и мха.

Для ягеля, который относится к классу лишайников (состоит из симбиоза грибов и водорослей), обработка МВ повышает влагоемкость на 15 % и незначительно нефтеемкость – на 3,4 %.

Далее определялась сорбционная емкость всех образцов сорбентов по растворенным нефтепродуктам, которая представлена в табл. 4. Все опыты проводились в трех параллелях. В таблицу занесены средние значения. Погрешность измерений не превышала 10 %.

Таблица 4

Эффективность извлечения из воды растворенных нефтепродуктов

Вид сорбента	Исходная концентрация, мг/дм ³	Конечная концентрация, мг/дм ³		Сорбционная емкость, мг/г		Увеличение (+) или снижение (–) эффективности извлечения растворенных нефтепродуктов из воды
		Без обработки	МВ-обработка	Без обработки	МВ-обработка	
Торф	13,0	3,68	3,396	0,186	0,192	+3 %
Ягель	13,0	6,12	6,776	0,105	0,117	+11,4 %
Мох	13,0	5,72	5,71	0,146	0,146	≈ 0 %
Сосновые опилки	13,0	9,27	8,625	0,075	0,088	+17,3 %

В процессе исследований сорбционных свойств выяснилось, что торф обладает самой высокой сорбционной емкостью по отношению к растворенным в воде нефтепродуктам (0,186 мг/г), это значение выше в 2,5 раза сорбционной емкости сосновых опилок, в 1,28–1,35 раза – ягеля и мха. При этом МВ-облучение незначительно улучшает результат. Дополнительно отмечено изменение окраски фильтрата до слабо-желтой, это объясняется выходом в воду гуминовых веществ, содержащихся в торфе. После СВЧ-обработки сорбента окраска фильтрата практически не изменялась.

Ягель и мох также обладают хорошей сорбционной емкостью по отношению к растворенным в воде нефтепродуктам: в 1,84–1,95 раза выше, чем у сосновых опилок. Микроволновая обработка, снижая влагоемкость ягеля, уменьшает и сорбционную емкость по нефтепродуктам. Это заключение подтверждают ранее полученные результаты [16, 17]. Окраска фильтрата не изменяется. Ягель проявляет исследуемые свойства по-иному, чем торф и мох. Это можно объяснить тем, что данный природный материал относится к классу лишайников и имеет отличное от растений строение.

Для изучения влияния параметров микроволновой модификации на сорбционные свойства ягеля были исследованы влагоемкость, нефтепоглощение и сорбционная емкость по отношению к растворенным в воде нефтепродуктам. Результаты приведены на рис. 2, 3.

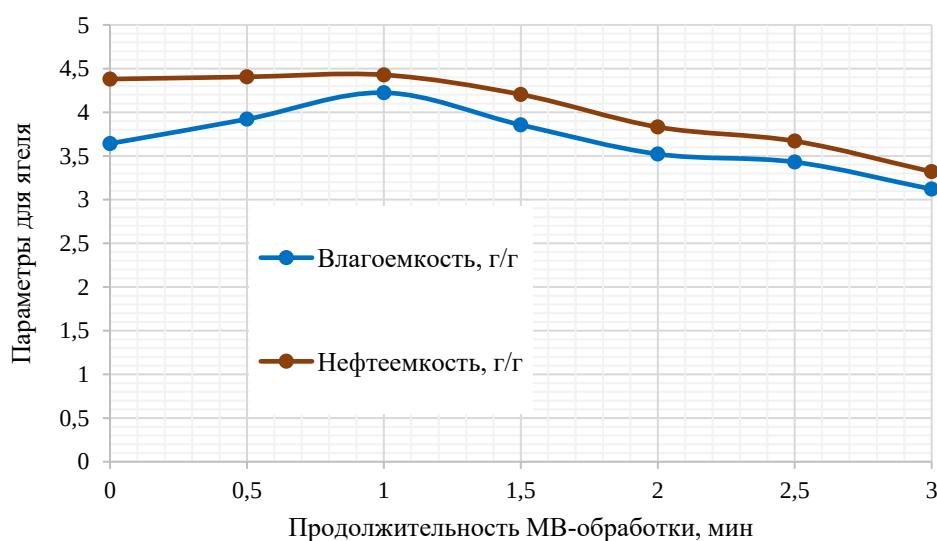


Рис. 2. Зависимость параметров сорбции для ягеля от времени МВ-обработки при постоянной мощности 600 Вт

Отмечено, что при постоянной МВ-мощности в 600 Вт с увеличением времени обработки образцов ягеля наблюдается снижение влагоемкости и нефтеемкости после 1,5 мин облучения. При этом сорбционная емкость растворенных нефтепродуктов также снижается. При максимальном времени,

равном 3 мин, сорбционная емкость падает в 1,2 раза. Чем больше продолжительность МВ-модификации ягеля при постоянной мощности обработки, тем хуже его сорбционные свойства. Увеличение мощности МВ-облучения образцов ягеля от 600 до 800 Вт при постоянном времени, равном 1 мин, также снижает влагоемкость и нефтеемкость в среднем на 25 %, а сорбционную емкость растворенных нефтепродуктов – в 1,3 раза. Результаты по средним значениям при погрешности не более 10 % представлены на рис. 4.

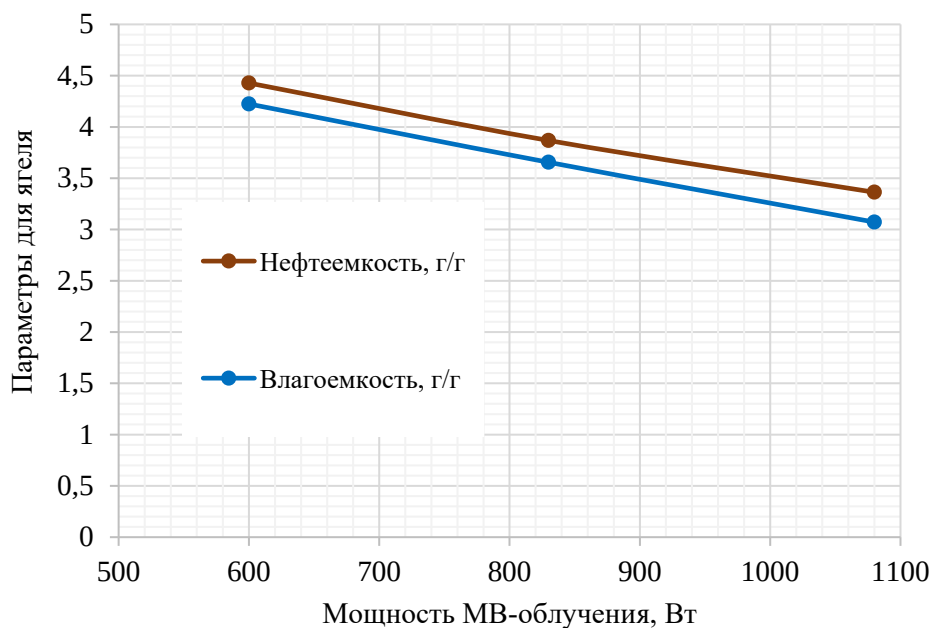


Рис. 3. Зависимость параметров сорбции для ягеля от мощности МВ-обработки при постоянной продолжительности в течение одной минуты

Сосновые опилки показали неплохие сорбционные свойства, которые улучшаются после МВ-облучения образцов: сорбционное поглощение растворенных нефтепродуктов увеличилось на 17,3 %. Это также подтверждается снижением влагоемкости после микроволнового облучения опилок и улучшением сорбционных свойств материала. При этом окраска воды после фильтрования изменилась со светло-желтой на желтую.

На рис. 5 представлены закономерности изменения сорбционной емкости опилок сосновых в зависимости от продолжительности МВ-обработки при постоянной мощности 600 Вт (а) и от мощности МВ-обработки при обработке в течение 1 мин (б). Оптимальные параметры микроволновой обработки, следующие: при значениях мощности 450 и 600 Вт продолжительность облучения сорбента должна быть 1,5 и 1,0 мин соответственно. Это доказывают эксперименты по определению полной динамической сорбционной емкости для опилок, которая повышается на 26 % в условиях малых концентраций нефтепродуктов в воде.

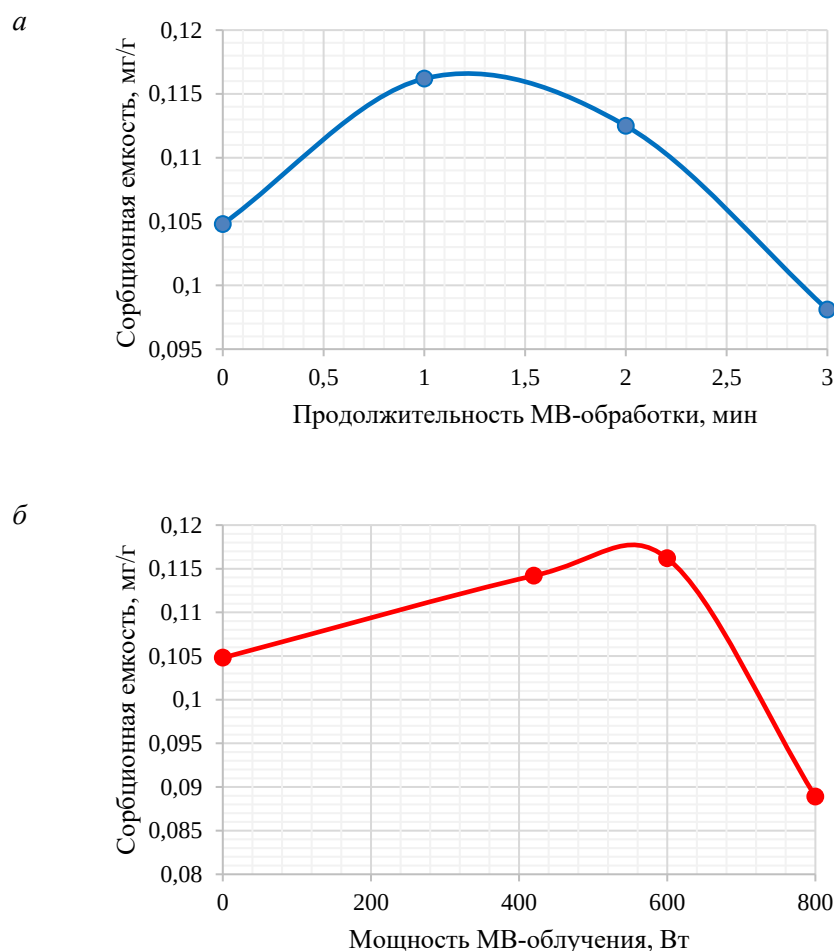


Рис. 4. Изменение сорбционной емкости ягеля в зависимости от продолжительности МВ-обработки при постоянной мощности 600 Вт (*а*); изменение сорбционной емкости ягеля в зависимости от мощности МВ-обработки в течение 1 мин (*б*)

Микроволновое излучение испаряет содержащуюся влагу в структуре древесины: вода нагревается, затем кипит, образуя пар; создаваемое высокое давление приводит к разрыву клеток сердцевидного луча, которые образуют в радиальном направлении проходы, а также размягчение и выход смолы [18, 19]. Это способствует увеличению площади поверхности пор материала, способной участвовать в сорбции растворенных нефтепродуктов. Но высокая мощность микроволнового излучения может привести к разрушению общей структуры древесины и более интенсивному выдавливанию смолы из сердцевидных лучей [18–20]. Это доказывают результаты проведенных экспериментов: в процессе увеличения МВ-мощности до 800 Вт и выше либо повышения времени обработки больше 2 мин происходит снижение сорбционных свойств сосновых опилок по отношению к растворенным нефтепродуктам.

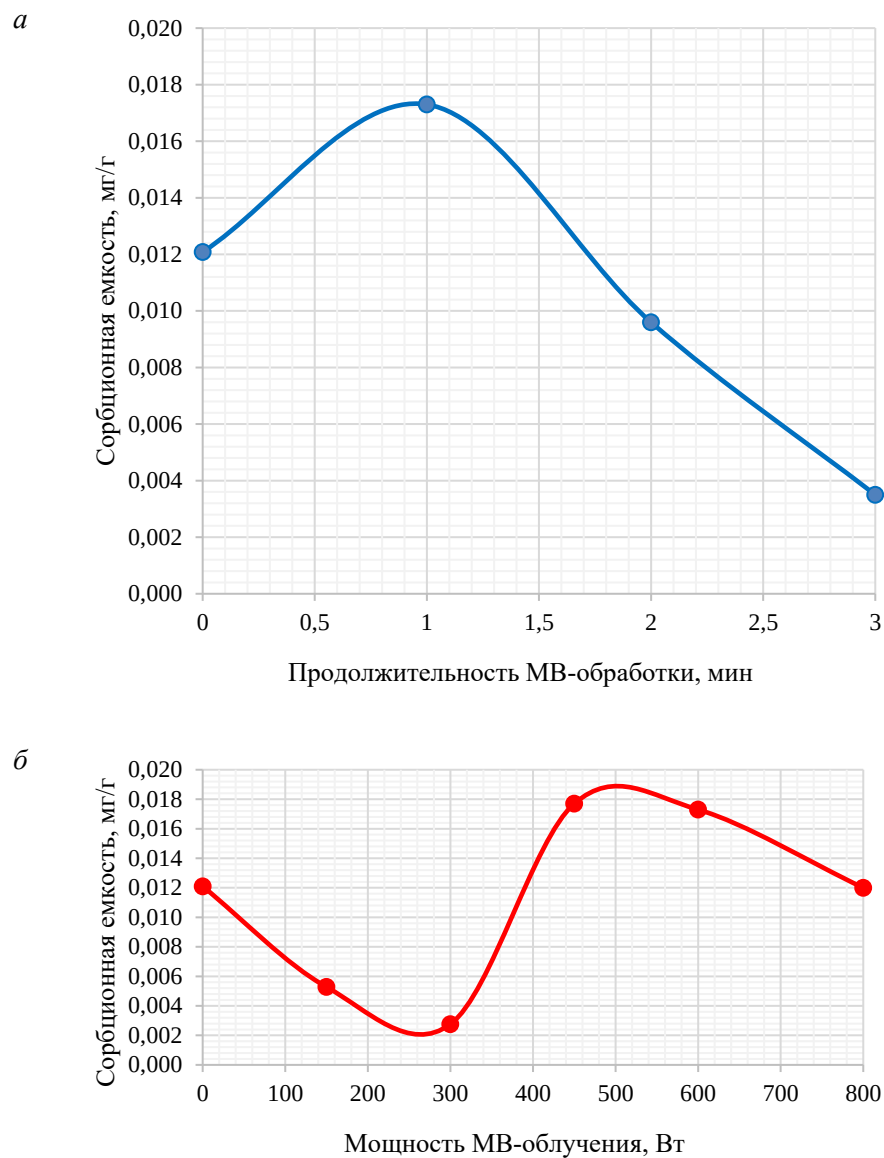


Рис. 5. Изменение сорбционной емкости опилок сосновых в зависимости от продолжительности МВ-обработки при постоянной мощности 600 Вт (*а*); изменение сорбционной емкости опилок сосновых в зависимости от мощности МВ-обработки в течение 1 мин (*б*)

Выводы

Таким образом, исследование способа модификации природных сорбентов (торфа, мха, ягеля и опилок) при помощи микроволнового облучения показало изменение сорбционных свойств в лучшую сторону у ягеля и сосновых опилок. Отмечена прямая зависимость между влагопоглощением и нефтепоглощением

всех образцов. У сосновых опилок нефтеемкость возрастает существенно (на 41 %) после МВ-обработки при мощности 600 Вт в течение 1 мин. Определено оптимальное время (1–1,5 мин) и мощность обработки (450–600 Вт) для достижения наилучших результатов по сорбции растворенных нефтепродуктов из водных растворов в динамических условиях. Увеличение мощности обработки или времени облучения приводит к существенным изменениям в структуре материалов и снижению сорбционного потенциала. Полученные результаты будут использованы при разработке технологической схемы очистки сточных вод, содержащих растворенные и нерастворенные нефтепродукты, с применением природных сорбентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Taufik S.H., Ahmad S.A., Zakaria N.N., Shaharuddin N.A., Azmi A.A., Khalid F.E., Merican F., Convey P., Zulkharnain A., Abdul Khalil K.* Rice straw as a natural sorbent in a filter system as an approach to bioremediate diesel pollution // *Water*. 2021. 13. 3317. URL: <https://doi.org/10.3390/w13233317>
2. *Voronov A., Malyshkina E., Maksimova S.* Study of meltwater treatment using the industrial waste and natural sorbents // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. V. 1079. C. 6, 1079 072021. DOI:10.1088/1757-899X/1079/7/072021
3. *Мальшикина Е.С., Вяжкова Е.И., Осипова Е.Ю.* Использование природных сорбентов в процессе очистки воды от нефтепродуктов // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2019. № 1. С. 188–200. URL: <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200>
4. *Verma P., Samanta S.K.* Microwave-enhanced advanced oxidation processes for the degradation of dyes in water // *Environmental Chemistry Letters*. 2018. 16. P. 969–1007. DOI: 10.1007/s10311-018-0739-2
5. *Бахия Тамуна, Хамизов Р.Х., Бавижев М.Д., Конов М.А.* Влияние СВЧ-обработки клиноптилолита на его ионообменные кинетические свойства // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2016. Т. 16. № 6. С. 803–812.
6. *Yuen F.K., Hameed B.H.* Recent developments in the preparation and regeneration of activated carbons by microwaves // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2009. 149. P. 19–27. DOI: 10.1016/j.cis.2008.12.005
7. *Foo K.Y., Hameed B.H.* Microwave-assisted regeneration of activated carbon // *Bioresource Technology*. 2012. 119. P. 234–240. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.05.061
8. *Бердоносов С.С.* Микроволновая химия // *Соросовский образовательный журнал*. 2001. Т. 7. № 1. С. 32–38.
9. *Баннова Е.А., Китаева Н.К., Мерков С.М., Мучкина М.В., Залозная Е.П., Мартынов П.Н.* Изучение способа получения гидрофобного сорбента на основе модифицированного торфа // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2013. Т. 13. Вып. 1. С. 60–68.
10. *Данилов О.С., Михеев В.А., Москаленко Т.В.* Исследование влияния электромагнитного микроволнового излучения на твердые горючие ископаемые // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2011. Т. 13. № 1 (5). С. 1264–1267.
11. *Бельчинская Л.И., Ходосова Н.А., Новикова Л.А.* Влияние различных механизмов нагрева слоистого алюмосиликата на сорбционные процессы. Сообщение 1. Сорбция воды при тепловом и электромагнитном (СВЧ) нагреве монтмориллонита // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2017. Т. 17. № 5. С. 781–791.
12. *Faizal A.M., Kutty S.R.M., Ezechi E.H.* Removal of oil from water by column adsorption method using microwave incinerated rice husk ash (MIRHA) // *InCIEC*. 2014. P. 963–971. DOI: 10.1007/978-981-287-290-6_84
13. *Ismail A.S.* Preparation and evaluation of fatty-sawdust as a natural biopolymer for oil spill sorption // *Chemistry Journal*. 2015. V. 05. I. 5. P. 80–85.
14. *Vialkova E., Obukhova V., Belova L.* Microwave irradiation in technologies of wastewater and wastewater sludge treatment: a review // *Water*. 2021. 13 (13). 1784. DOI: 10.3390/w13131784

15. Каменников Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные адсорбенты. Москва ; Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. 268 с.
16. Cortez J.S.A., Kharisov B.I., Quezada T.E.S., Hernandez T. Micro- and nanoporous materials capable of absorbing solvents and oils reversibly: the state of the art // *Petroleum Science*. 2017. 14 (1). P. 84–104. DOI: 10.1007/s12182-016-0143-0
17. Anuzyte E., Vaisis V. Natural oil sorbents modification methods for hydrophobicity improvement // *Energy Procedia*. 2018. 147. P. 295–300. DOI: 10.1016/j.egypro.2018.07.095
18. Галкин В.П. Сушка древесины в электромагнитном поле сверхвысоких частот : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук : 05.21.05. Москва : МГУЛ, 2010. 40 с.
19. Torgovnikov G., Vinden P. High-intensity microwave wood modification for increasing permeability // *Forest Products Journal*. 2009. V. 60. № 2. P. 1–12.
20. Торговников Г., Винден П. Способ микроволновой обработки древесины. Патент RU2285875C2, 2006.

REFERENCES

1. Taufik S.H., Ahmad S.A., Zakaria N.N., Shaharuddin N.A., Azmi A.A., Khalid F.E., Merican F., Convey P., Zulkharnain A., Abdul Khalil K. Rice straw as a natural sorbent in a filter system as an approach to bioremediate diesel pollution. *Water*. 2021. V. 13. 3317. DOI: 10.3390/w13233317
2. Voronov A., Malyshkina E., Maksimova S. Study of meltwater treatment using the industrial waste and natural sorbents. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. V. 1079. P. 6, 1079 072021. DOI: 10.1088/1757-899X/1079/7/072021
3. Malyshkina E.S., Vyalkova E.I., Osipova E.Yu. Ispol'zovanie prirodnykh sorbentov v protsesse ochistki vody ot nefteproduktov [Water purification with natural sorbents]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2019. V. 21. No. 1. Pp. 188–200. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200 (rus)
4. Verma P., Samanta S.K. Microwave-enhanced advanced oxidation processes for the degradation of dyes in water. *Environmental Chemistry Letters*. 2018. V. 16. Pp. 969–1007. DOI: 10.1007/s10311-018-0739-2
5. Bakhiya Tamuna, Khamizov R.Kh., Bavizhev M.D., Konov M.A. Vliyanie SVCh-obrabotki klinoptilolita na ego ionoobmennye kineticheskie svoistva [Clinoptilolite microwave treatment effect on ion-exchange kinetic properties]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2016. V. 16. No. 6. Pp. 803–812. (rus)
6. Yuen F.K., Hameed B.H. Recent developments in the preparation and regeneration of activated carbons by microwaves. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2009. V. 149. Pp. 19–27. DOI: 10.1016/j.cis.2008.12.005
7. Foo K.Y., Hameed B.H. Microwave-assisted regeneration of activated carbon. *Bioresource Technology*. 2012. V. 119. Pp. 234–240. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.05.061
8. Berdonosov S.S. Mikrovolnovaya khimiya [Microwave chemistry]. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal*. 2001. V. 7. No. 1. Pp. 32–38. (rus)
9. Bannova E.A., Kitaeva N.K., Merkov S.M., Muchkina M.V., Zaloznaya E.P., Martynov P.N. Izuchenie sposoba polucheniya gidrofobnogo sorbenta na osnove modifitsirovannogo torfa [Production technique of hydrophobic sorbent based on modified peat]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2013. V. 13. No. 1. Pp. 60–68. (rus)
10. Danilov O.S., Mikheev V.A., Moskalenko T.V. Issledovanie vliyaniya elektromagnitnogo mikrovolnovogo izlucheniya na tverdye goryuchie iskopaemye [Electromagnetic microwave effect on solid fuels]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2011. V. 13. No. 1 (5). Pp. 1264–1267. (rus)
11. Bel'chinskaya L.I., Khodosova N.A., Novikova L.A. Vliyanie razlichnykh mekhanizmov nagreva sloistogo alyumosilikata na sorbtsionnye protsessy. Soobshchenie 1. Sorbtsiya vody pri teplovom i elektromagnitnom (SVCh) nagreve montmorillonita [Effect of different heating mechanisms of layered aluminosilicate on sorption processes. Message 1. Water sorption under thermal and electromagnetic (microwave) heating of montmorillonite]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2017. V. 17. No. 5. Pp. 781–791. (rus)

12. Faizal A.M., Kutty S.R.M., Ezechi E.H. Removal of oil from water by column adsorption method using microwave incinerated rice husk ash (MIRHA). InCIEC. 2014. Pp. 963–971. DOI: 10.1007/978-981-287-290-6_84
13. Ismail A.S. Preparation and evaluation of fatty-sawdust as a natural biopolymer for oil spill sorption. *Chemistry Journal*. 2015. V. 05. No. 5. Pp. 80–85.
14. Vialkova E., Obukhova V., Belova L. Microwave irradiation in technologies of wastewater and wastewater sludge treatment: a review. *Water*. 2021. V. 13 (13). 1784. DOI: 10.3390/w13131784
15. Kamenshchikov F.A., Bogomol'nyi E.I. Neftyanye adsorbenty [Oil adsorbents]. Moscow, Izhevsk: Regul'yarnaya i khaoticheskaya dinamika, 2005. 268 p. (rus)
16. Cortez J.S.A., Kharisov B.I., Quezada T.E.S., Hernandez T. Micro- and nanoporous materials capable of absorbing solvents and oils reversibly: The state of the art. *Petroleum Science*. 2017. V. 14 (1). Pp. 84–104. DOI: 10.1007/s12182-016-0143-0
17. Anuzyte E., Vaisis V. Natural oil sorbents modification methods for hydrophobicity improvement. *Energy Procedia*. 2018. V. 147. Pp. 295–300. DOI: 10.1016/j.egypro.2018.07.095
18. Galkin V.P. Sushka drevesiny v elektromagnitnom pole sverkhvysokikh chastot: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Drying wood in ultra-high frequency electromagnetic field. DSc Abstract]. Moscow, 2010. 40 p. (rus)
19. Torgovnikov G., Vinden P. High-intensity microwave wood modification for increasing permeability. *Forest Products Journal*. 2009. V. 60. No. 2. Pp. 1–12.
20. Torgovnikov G., Vinden P. Sposob mikrovolnovoi obrabotki drevesiny [Method for wood microwave treatment]. Patent Russ. Fed. N 2285875C2, 2006.

Сведения об авторах

Коришикова Елена Сергеевна, аспирант, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, lena-malysh-90@yandex.ru

Фугаева Анастасия Михайловна, аспирант, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, nastyafugaeva@mail.ru

Вялкова Елена Игоревна, канд. техн. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, vyalkova-e@yandex.ru

Осипова Елена Юрьевна, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, kyky60@bk.ru

Authors Details

Elena S. Korshikova, Research Assistant, Tyumen Industrial University, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, lena-malysh-90@yandex.ru

Anastasiya M. Fugaeva, Research Assistant, Tyumen Industrial University, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, nastyafugaeva@mail.ru

Elena I. Vyalkova, PhD, A/Professor, Tyumen Industrial University, 38, Volodarskii Str., 625000, Tyumen, Russia, vyalkova-e@yandex.ru

Elena Yu. Osipova, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, kyky60@bk.ru

УДК 556.5:627.13

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-188-201

*Н.Р. АХМЕДОВА, В.А. НАУМОВ,
Калининградский государственный технический университет*

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ШЕРОХОВАТОСТИ РУСЛА МАЛОЙ РЕКИ В ЗАДАННОМ СТВОРЕ (НА ПРИМЕРЕ Р. ЧЕРНОЙ)

Актуальным вопросом в области гидрологических изысканий является определение коэффициента шероховатости, т. к. от данного показателя зависит один из основных расчетных параметров – уровень воды в водотоке, необходимый для обоснования проектных решений, в том числе и при разработке защитных инженерных мероприятий от затопления прилегающей территории. В соответствии с нормативными документами, действующими на территории Российской Федерации, значение шероховатости принимается по визуальной характеристике русла, что носит субъективный характер и может привести к значительным ошибкам в расчетах.

Целью настоящей работы является определение взаимосвязи коэффициента шероховатости русла с безразмерными комплексами при разных глубинах воды (до и после выхода на пойму). Все расчеты выполнены по данным систематических наблюдений за гидрологическим режимом р. Черной (пост Сагра), коэффициент шероховатости определялся численным методом. Анализ ряда максимальных глубин H позволил определить некоторое значение H_1 . Установлено, что при $H \leq H_1$ гидравлический радиус R растет вместе со значением максимальной глубины, при $H > H_1$ эта зависимость немонотонная, а при выходе воды на пойму R заметно отличается от средней глубины водотока h ; при $H \leq H_1$ есть тесная стохастическая связь уклона I с числами Рейнольдса Re ; при $H > H_1$ возрастает погрешность, вносимая заменой $R = h$ в расчетных формулах.

Расчеты показали, что до выхода на пойму наблюдается значимая стохастическая связь коэффициента шероховатости n с Re и безразмерным комплексом b , а после выхода на пойму – тесная стохастическая связь n только с числом Фруда Fr . Результаты расчетов показывают, что при определении минимальных уровней воды нельзя считать показатель степени y в формуле Маннинга постоянной величиной, т. к. это может привести к большой погрешности.

Ключевые слова: коэффициент шероховатости; малый водоток; пойма; число Фруда; р. Черная.

Для цитирования: Ахмедова Н.Р., Наумов В.А. Анализ изменения коэффициента шероховатости русла малой реки в заданном створе (на примере р. Черной) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 188–201.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-188-201

*N.R. AKHMEDOVA, V.A. NAUMOV,
Kaliningrad State Technical University*

ROUGHNESS COEFFICIENT MEASUREMENTS OF THE CHERNAYA RIVER CHANNEL

The paper presents the determination of the roughness coefficient of the minor river channel, since one of the main design parameters depends on the minor stream, required for a substantiation of design decisions. In accordance with the regulatory documents of the Russian Federation, the roughness coefficient is taken according to the visual characteristics of the riverbed.

The purpose of this work is to determine the relationship of the roughness coefficient and dimensionless complexes at different water depths (before and after entering the floodplain).

All calculations are performed according to the results of studying the hydrological conditions of the Chernaya river. The roughness coefficient is determined by the numerical method. Analysis of the maximum depth allows to obtain its certain value. It is shown that the hydraulic radius increases at a higher depth. When the maximum depth is deeper, this dependence is nonmonotonic, and when water enters the floodplain, the hydraulic radius strongly differs from the average depth of the minor stream. It is found that before entering the floodplain, there is a significant stochastic relationship between the roughness coefficient, Reynolds number and the dimensionless complex. After entering the floodplain, there is a close stochastic relationship between roughness coefficient and the Froude number. When determining the minimum water levels, the exponent of Chezy's velocity factor in the Manning formula cannot be considered a constant value, because this can lead to a great error.

Keywords: roughness coefficient; minor stream; floodplain; Froude number; the river Chernaya.

For citation: Akhmedova N.R., Naumov V.A. Analiz izmeneniya koeffitsienta sherokhovatosti rusla maloi reki v zadannom stvore (na primere r. Chernoi) [Roughness coefficient measurements of the Chernaya River channel]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 188–201. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-188-201

Введение

Инженерные изыскания для строительства являются неотъемлемым этапом подготовки проекта любого здания или сооружения. При наличии водотока на участке проектирования выполняют гидрологические и гидравлические расчеты. Как правило, требуется найти максимальный (или минимальный) расчетный уровень H_p некоторой обеспеченности P в заданном створе. На большинстве малых водотоков систематических гидрологических наблюдений не проводится. В таком случае свод правил¹ предписывает определить максимальный расчетный сток Q_p по одной из редукционных формул и найти соответствующую глубину водотока из известной формулы Шези как уравнения

$$Q_p = \omega(H_p) C(n, H_p) \sqrt{R(H_p) I}, \quad (1)$$

где I – уклон водной поверхности; R – гидравлический радиус потока; C – коэффициент Шези; n – коэффициент шероховатости русла; ω – площадь живого сечения водотока.

Зависимость R и ω от H находится по поперечному сечению русла в заданном створе, которое определено во время изысканий. При средней глубине водотока до 5 м нормативными документами коэффициент Шези предписано вычислять по формуле Н.Н. Павловского:

$$C = R^y / n; \quad y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1). \quad (2)$$

В зарубежных публикациях для вычисления коэффициента C чаще всего используют формулу Маннинга ($y = 1/6 = \text{const}$) [2, 4, 5, 7]:

$$C = R^{1/6} / n. \quad (3)$$

¹ Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Москва: Госстрой России, 2004. 74 с.

Коэффициенты шероховатости n в формулах (1), (2) приходится выбирать по описательным характеристикам расчетного участка, приведенным в соответствующих таблицах. В России нормативными документами предписано использовать таблицу М.Ф. Срибного, в США чаще всего применяют таблицу В.Т. Чоу. Названные таблицы основаны на большом объеме натурной информации. К сожалению, коэффициенты шероховатости и таблицы для их определения имеют много недостатков, в частности широкий диапазон значений коэффициентов шероховатости при одной и той же описательной характеристике, не учитывается изменение параметров водотока.

Вопрос обоснованного выбора коэффициента шероховатости при выполнении гидравлических расчетов является актуальным, т. к. шероховатость русла существенно влияет на динамику водотоков [1–9].

Так, в работе [1] была выполнена оценка влияния шероховатости дна на параметры прорывной волны при разрушении плотины. В работе [2] представлены результаты исследований, которые показывают, что коэффициент шероховатости имеет тенденцию уменьшаться с увеличением расхода и глубины воды, и в определенном диапазоне он, по-видимому, остается постоянным. Авторами этой работы подтверждается необходимость оценки коэффициента шероховатости методом полевых измерений. В статье [3] приведены результаты численного моделирования динамики поверхностных вод на территории Волго-Ахтубинской поймы на основе системы уравнений Сен-Венана с использованием комбинированного алгоритма Лагранжа – Эйлера. На примере весеннего половодья 2011 г. была показана неприменимость гидродинамической модели с постоянным значением коэффициента шероховатости n . Авторы [4] попытались исследовать сезонную динамику коэффициента шероховатости Маннинга (n) на основе одномерной гидравлической модели. Были созданы четыре модели участков рек на основе цифровой модели рельефа высотой 1 м и полевых измерений, в которых сезонные коэффициенты шероховатости были откалиброваны и подтверждены с помощью записи датчика. Использование фактора сезонной шероховатости улучшило производительность модели, и результаты сопоставимы с предыдущими исследованиями в той же области. В исследовании [5] формула для расчета значения n была создана на основе статистического анализа оценочных значений n по формуле Маннинга. Результаты показали, что использование динамического n может улучшить моделирование стока гидрологических моделей, особенно на склонах. В исследовании [6] было использовано вычислительное моделирование для определения взаимосвязи между коэффициентом Маннинга и параметрами мелкомасштабных возмущений дна в длинном канале.

Большинство традиционных методов калибровки n обеспечивают только среднее значение для продольных поперечных сечений реки, что может значительно увеличить ошибки при прокладке маршрута наводнения. В статье [7] был представлен метод определения функций распределения n вдоль естественных рек на основе модифицированной оптимизации случайного поиска и кластеризации (MRSOC). Результаты показали, что с помощью предложенного метода все постепенные и резкие изменения значения n на продольных сечениях естественных рек могут быть оценены с достаточной точностью и также могут быть полу-

чены уравнения для этих изменений. Это может в конечном итоге привести к заметному уменьшению ошибок при маршрутизации наводнений.

В реках поведение потока является очень сложным явлением из-за нестационарного и неравномерного течения. В работе [8] рассматривается вопрос о влиянии изменения морфологии русла реки на сток реки с использованием гидравлической модели. Результаты исследования показали, что точность прогнозируемой максимальной глубины воды и уровня поверхностных вод зависит от точного представления шероховатости Маннинга.

В исследовании [9] изучалось влияние точности входных данных на генерацию гидрологической модели. С помощью обработки данных малой беспилотной авиационной системы высокого пространственного разрешения (sUAS) для гидрологического моделирования была создана цифровая модель поверхности (DSM) и совместно зарегистрированная ортофотомозаика участка р. Драу на юге Австрии. Показатели шероховатости были рассчитаны на основе DSM, а затем использованы для определения пространственно изменяющихся значений коэффициента Маннинга n по наблюдаемой пойме. Результаты показали, что на точность гидрологического моделирования влияет пространственное разрешение изображения.

В Российском государственном гидрометеорологическом университете (РГГМУ) на примере около 500 рек выполнено исследование зависимости коэффициентов шероховатости от средних глубин русел $n = f(h)$ [10, 11]. Было выделено два основных типа зависимостей. К первому типу относятся возрастающие функции $f(h)$, характерные для равнинных рек, берега которых интенсивно заросли кустарником и деревьями. Убывающие функции случаются у рек с хорошо разработанными незаросшими руслами, что более характерно для горных и полуторных рек. Помимо двух основных типов зависимостей $f(h)$, возможны еще три промежуточных. В частности, встречаются реки, на которых сначала наблюдается увеличение коэффициентов шероховатости с ростом средних глубин потока, а затем при достижении некоторого их критического значения n уменьшаются. Возможна зависимость зеркального вида.

На кафедре гидрометрии РГГМУ на основе анализа натурной информации более чем по 100 рекам России и ближнего зарубежья выполнена попытка разработки методики расчетов пойменной составляющей потока, в основу которой были положены аналитические зависимости [11, 12]. Был сделан вывод, что методика расчетов средних скоростей и максимальных расходов воды на пойменных морфостровах, основанная на формулах Шези и Маннинга, которая предписана действующими нормативными документами, приводит к большим погрешностям. Разработанные в РГГМУ методы расчетов средних скоростей взаимодействующих потоков и пропускной способности русел и пойм существенно уменьшают погрешности расчетов, но требуют доработки на большем объеме натурной информации. Необходима разработка принципиально новых методов расчетов средних скоростей русловых и пойменных потоков и пропускной способности русел и пойм.

Заметим, что объектами большинства перечисленных исследований являются большие и средние реки, тогда как закономерности изменения коэффициента шероховатости русла малых рек имеют свои особенности (см.

[13–16] и библиографию в них). Исследования, проведенные в створах малых рек с глубоким руслом [13–15], показали, что с увеличением числа Фруда F_r коэффициент шероховатости русла снижается. В работе [16] отмечено, что влияние значений F_r на величину этого коэффициента у малых рек гораздо сильнее, чем у средних. Кроме того, любой малый водоток имеет свои особенности и требует отдельного исследования. Цель настоящего исследования заключается в определении взаимосвязи коэффициента шероховатости русла с безразмерными комплексами при различных глубинах воды в русле и при выходе на пойму.

Методы

В качестве примера была рассмотрена малая река Черная. Водная система: река Черная → Исетское озеро → река Исеть → река Тобол → река Иртыш → река Обь → Карское море. Сведения из автоматизированной информационной системы²: код водного объекта: 111200269; код пункта наблюдений: 12133; гидропост на реке Черной (створ ж/д станции Сагра) открыт 01.10.1956, закрыт 01.03.1992; отметка нуля поста: 252,74 м БС. Расстояние от истока: 22,0 км, от устья 7,6 км. Площадь водосбора: 220 кв. км.

В гидрологических ежегодниках за 1963, 1964 и 1965 гг.³ имеются данные измерений, включая необходимый для расчетов уклон водной поверхности (всего 64 набора измерений за 3 года). В табл. 1 приведена часть результатов измерений 1963 г.

Таблица 1

Данные измерений р. Черной (ж/д станция Сагра, 1963 г.)

№ п/п	Дата	Q	ω	B	h	H	I
		м ³ /с	м ²	м	м	м	‰
1	22.04	13,3	26,0	41,3	0,63	2,11	0,60
2	25.04	12,0	18,4	30,5	0,60	1,85	0,70
3	06.05	9,28	16,0	27,0	0,59	1,65	0,78
4	09.05	6,16	12,7	20,0	0,64	1,60	0,71
5	11.05	5,23	10,5	15,0	0,70	1,45	0,62
6	15.05	4,00	8,18	9,3	0,88	1,32	0,60
7	20.05	3,09	6,58	7,7	0,85	1,29	0,60
8	23.05	2,67	5,98	8,2	0,73	1,08	0,64
9	27.05	2,27	5,11	8,0	0,64	0,96	0,68
10	01.06	2,35	5,23	8,0	0,65	0,96	0,68

² Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 10.10.2021).

³ Гидрологический ежегодник 1963 г. Т. 6. Бассейн Карского моря (западная часть) / под ред. В.С. Померанцевой. Вып. 4-9. Ленинград : Гидрометеиздат, 1965. 487 с.; Гидрологический ежегодник 1964 г. Т. 6. Бассейн Карского моря (западная часть) / под ред. В.С. Померанцевой. Вып. 4-9. Ленинград : Гидрометеиздат, 1966. 550 с.; Гидрологический ежегодник 1965 г. Т. 6. Бассейн Карского моря (западная часть) / под ред. В.С. Померанцевой. Вып. 4-9. Свердловск : Гидрометеиздат, 1968. 559 с.

Окончание табл. 1

№ п/п	Дата	Q	ω	B	h	H	I
		м ³ /с	м ²	м	м	м	‰
11	04.06	1,77	4,28	7,3	0,59	0,84	0,72
12	12.06	2,36	5,36	8,2	0,65	0,97	0,68
13	21.06	1,00	3,20	6,5	0,49	0,68	0,80
14	29.06	0,57	2,23	6,2	0,36	0,51	0,90
15	08.07	0,26	1,62	5,7	0,28	0,41	0,86
16	19.08	1,57	3,95	7,3	0,54	0,78	0,80
17	30.08	0,21	1,49	5,8	0,26	0,37	0,86
18	10.09	0,18	1,37	5,7	0,24	0,32	0,86
19	26.09	1,68	4,03	7,3	0,55	0,76	0,76
20	30.09	0,64	2,46	6,3	0,39	0,53	0,86
21	07.10	0,49	2,12	6,3	0,34	0,49	0,90
22	17.10	0,53	2,19	6,3	0,35	0,50	0,90

Примечание. Q – расход воды; ω – площадь поперечного сечения; B – ширина реки по урезу воды; h – средняя глубина; H – максимальная глубина; I – уклон водной поверхности.

Проверка показала принадлежность результатов измерений за разные годы одной статистической совокупности. Для иллюстрации на рис. 1 указанные результаты показаны разными значками. Видно, что при максимальных глубинах, меньших некоторого значения H_1 , точки практически легли на одну линию; при $H > H_1$ разброс несколько больший. Далее все результаты измерений будем разделять не по годам, а по указанному признаку.

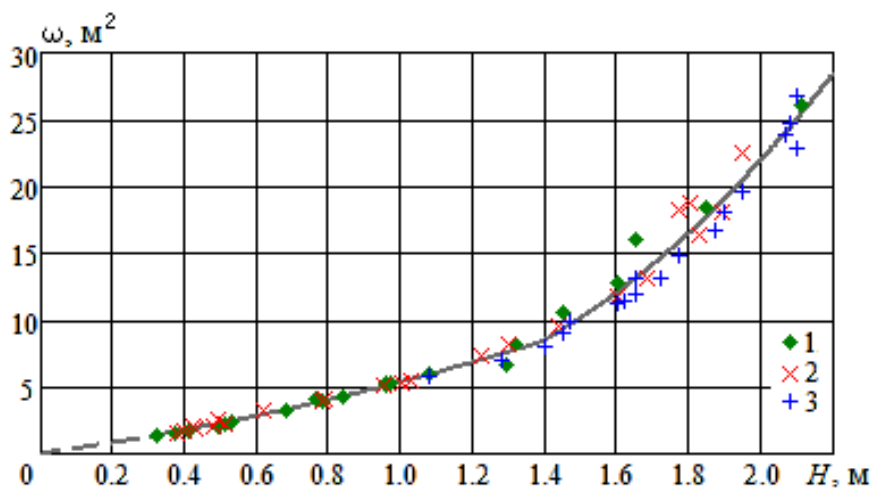


Рис. 1. Зависимость площади поперечного сечения р. Черной (пост Сагра) от максимальной глубины. Точки – данные измерений:

1 – 1963 г.; 2 – 1964 г.; 3 – 1965 г.; линия – результат расчета по формуле (5)

На рис. 2 показана связь ширины (по урезу воды) поперечного сечения исследуемого водотока с максимальной глубиной. Точки хорошо ложатся на две четко различающиеся прямые линии. Можно записать эмпирическую зависимость

$$B \equiv \varphi(H) = \begin{cases} a_{10} + a_{11}H, & H \leq H_1; \\ a_{20} + a_{21}H, & H > H_1. \end{cases} \quad (4)$$

Если проинтегрировать функцию $\varphi(H)$, получим площадь поперечного сечения водотока

$$\omega(H) = \int_0^H \varphi(z) dz = \begin{cases} a_{10}H + 0,5a_{11}H^2, & H \leq H_1; \\ \omega_1 + a_{20}(H - H_1) + 0,5a_{21}(H - H_1)^2, & H > H_1; \end{cases} \quad (5)$$

$$\omega_1 = a_{10}H_1 + 0,5a_{11}H_1^2.$$

Для расчетов по формуле Шези необходимо определить смоченный периметр χ и гидравлический радиус R в рассматриваемом створе:

$$\chi(H) = \int_0^H \sqrt{1 + (\varphi'(z))^2} dz = \begin{cases} a_{10} + A_1H, & H \leq H_1; \\ a_{10} + A_1H_1 + A_2(H - H_1), & H > H_1; \end{cases} \quad (6)$$

$$R(H) = \omega(H) / \chi(H), \quad A_1 = \sqrt{1 + a_{11}^2}, \quad A_2 = \sqrt{1 + a_{21}^2}. \quad (7)$$

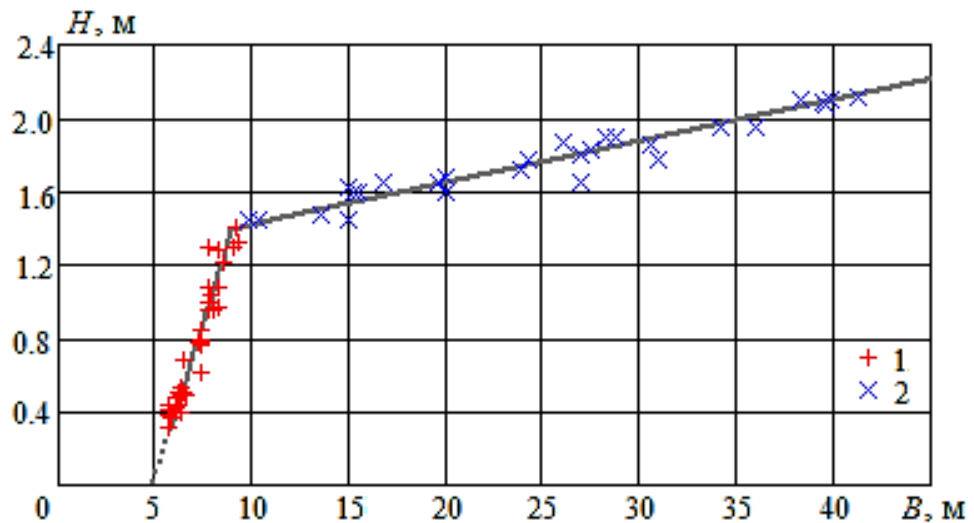


Рис. 2. Связь ширины (по урезу воды) поперечного сечения р. Черной (пост Сагра) с максимальной глубиной. Точки – данные измерений: 1 – $H \leq H_1$; 2 – $H > H_1$; линия – результат расчета по формуле (4)

По рис. 3 видно, что при $H \leq H_1$ гидравлический радиус растет в месте с максимальной глубиной, и они мало различаются. При $H > H_1$ зависимость немонотонная, причем h может заметно превышать R .

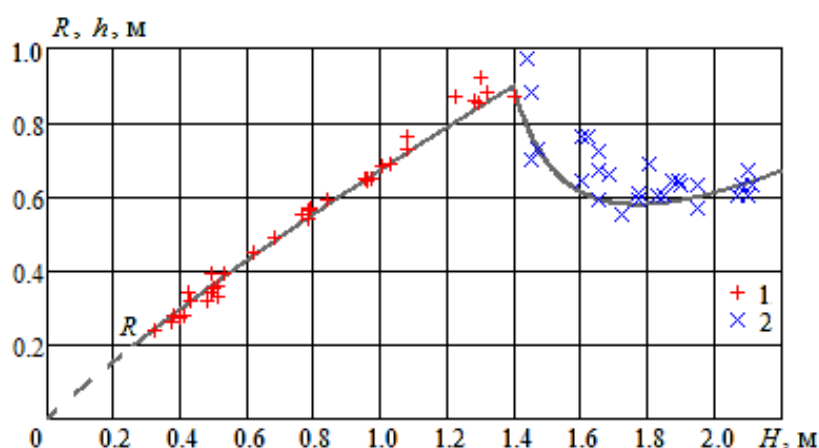


Рис. 3. Зависимость гидравлического радиуса (линия по формуле (8)) и средней глубины (точки) от максимальной глубины. Обозначения, как на рис. 2

Далее подставим (2) в (1), прологарифмируем обе части полученного равенства, внесем в него данные измерений из табл. 1 и результаты расчета гидравлического радиуса:

$$\ln Q_i = \left[2,5\sqrt{n_i} - 0,13 - 0,75\sqrt{R_i}(\sqrt{n_i} - 0,1) \right] \ln R_i - \ln n_i + \ln \omega_i + \frac{1}{2} \ln(R_i + I_i). \quad (8)$$

Из уравнения (8) значения коэффициента шероховатости русла в каждой i -й точке ($i = 1, 2, \dots, 64$) были найдены численным методом.

Результаты

Эмпирические коэффициенты в формуле (4) были определены методом наименьших квадратов: $a_{10} = 4,91$ м; $a_{11} = 2,90$; $a_{20} = -52,29$ м; $a_{21} = 43,88$; $H_1 = 1,40$ м. Тогда в формуле (6) $\omega_1 = 8,44$ м², в формуле (7) $A_1 = 3,07$; $A_2 = 43,89$. Результаты расчетов на рис 1 и 2 хорошо согласуются с данными наблюдений. Индекс детерминации $\phi(H)$ довольно высок (0,976).

Заметим, что в имеющемся массиве отсутствуют наблюдения при небольших глубинах. Прямая линия на рис. 2 была продлена до пересечения с осью абсцисс. Это равнозначно предположению, что в исследуемом створе водоток имеет плоское дно шириной $B_0 = a_{10} = 4,91$ м. Такое предположение практически не окажет влияния на результаты расчета максимальных расходов и уровней. Но при расчете минимальных расходов или уровней требуются дополнительные наблюдения при малых глубинах.

Массовые расчеты коэффициента шероховатости русла в исследованиях [2–5, 7–9] были выполнены не по уравнению (8), а по формуле, следующей из (1), (2), с заменой $y = 1/6$, $R = h$:

$$n_{hy} = h^{2/3} \cdot I^{1/2} / V. \quad (9)$$

Конечно, расчет по формуле (9) гораздо проще. Но на рис. 3 видно, что при выходе на пойму гидравлический радиус R заметно отличается от средней

глубины водотока h . Для оценки вносимой погрешности были выполнены дополнительные расчеты коэффициента шероховатости русла: 1) n_h – по уравнению (8), в котором положено $R = h$; 2) n_y – по уравнению (8), в котором положено $y = 1/6$.

На рис. 4 показаны относительные погрешности:

$$\varepsilon_h = 100(n_h / n - 1), \quad \varepsilon_y = 100(n_y / n - 1). \quad (10)$$

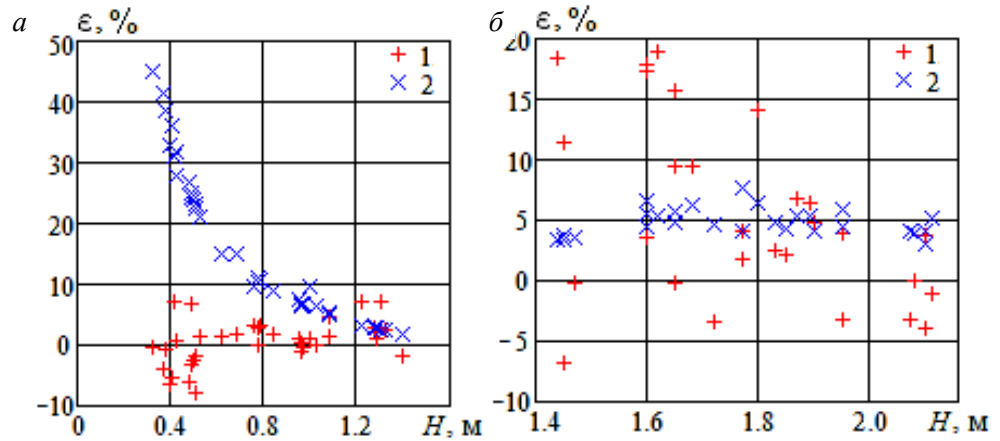


Рис. 4. Относительные погрешности расчета коэффициента шероховатости русла по формуле (10):

$a - H \leq H_1$; $б - H > H_1$; 1 – $\varepsilon_h (R = h)$; 2 – $\varepsilon_y (y = 1/6)$

На рис. 4 видно, что погрешность, вносимая заменой $R = h$, при $H \leq H_1$ не превышает 8 %, при $H > H_1$ – возрастает до 20 %. Погрешность, вносимая заменой $y = 1/6$, при $H > H_1$ менее 7 %, а при уменьшении глубины растет и достигает 45 %. Следовательно, при расчете минимальных уровней нельзя считать y постоянной величиной, это может привести к большой погрешности.

Оценим тесноту стохастической связи коэффициента шероховатости русла с безразмерными комплексами:

$$Fr = \frac{V^2}{g \cdot R}, \quad Re = \frac{V \cdot R}{\nu}, \quad b = \frac{B}{h}, \quad (11)$$

где $V = Q/\omega$ – средняя по сечению скорость; ν – коэффициент кинематической вязкости воды; g – ускорение свободного падения.

Из табл. 2, в которой представлены коэффициенты парной корреляции, следует, что при любой глубине коэффициент шероховатости русла имеет наиболее тесную стохастическую связь с числом Фруда. Корреляция отрицательная. До выхода на пойму наблюдается значимая стохастическая связь ($r > 0,7$) n с Re и b . Однако при построении регрессионной модели указанные факторы можно исключить, т. к. велики модули коэффициентов парной корреляции Fr с Re и b (0,881 и 0,890 соответственно). После выхода на пойму тесная стохастическая связь у n наблюдается только с Fr .

Таблица 2

Коэффициенты парной корреляции

Параметр	$H \leq H_1$			$H > H_1$		
	Fr	Re	b	Fr	Re	b
n	-0,938	-0,724	0,761	-0,912	-0,215	-0,534
I	-0,827	-0,915	0,834	0,409	-0,142	0,012
Fr	1	0,881	-0,890	1	0,372	0,495
Re	0,881	1	-0,911	0,372	1	-0,010
b	-0,890	-0,911	1	0,495	-0,010	1

Была выдвинута гипотеза, что зависимость коэффициента шероховатости русла от чисел Фруда, как в [13, 14], может быть описана формулой

$$n = n_0 + A \cdot \exp(-\alpha \cdot Fr), \quad (12)$$

где $\alpha = 25,85$; $A = 0,0449$; $n_0 = 0,0223$ – эмпирические константы, найденные методом наименьших квадратов.

На рис. 5 видно, что результаты расчета по формуле (12) вполне удовлетворительно согласуются с данными наблюдений; индекс детерминации составил 0,960.

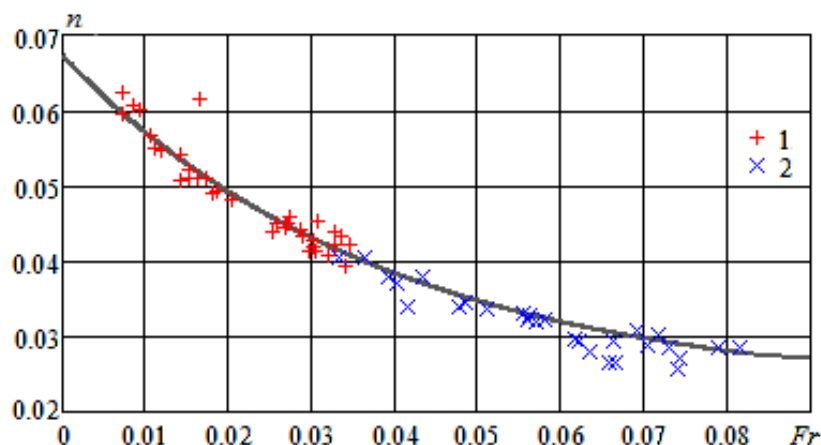


Рис. 5. Зависимость коэффициента шероховатости русла от числа Фруда. Линия – результат расчета по формуле (12). Обозначения точек, как на рис. 2

При определении максимального расчетного уровня по формулам (1), (2) можно рекомендовать значение $n = 0,028$, минимального – $n = 0,065$.

Расчет по формуле Шези (1), кроме n , требует задания уклона I , который также не остается постоянным в течение года (см., например, [17]). По табл. 2 при $H > H_1$ стохастическая зависимость I наблюдается только от Fr, но и она слабая, не позволяющая построить регрессионную модель. При $H \leq H_1$ наиболее тесная стохастическая связь уклона с числами Рейнольдса. Для указанной области найдем регрессионную зависимость в виде формулы (рис. 6):

$$I = I_0 + \Theta \cdot \exp(-\Theta \cdot Re), \quad (13)$$

где $\theta = 0,572 \cdot 10^{-5}$; $\Theta = 0,378$; $I_0 = 0,642$ – эмпирические константы, найденные методом наименьших квадратов. Индекс детерминации (13) по области $H \leq H_1$ составил 0,802. В области $H > H_1$ построить регрессионную модель не представляется возможным (см. точки 2 на рис. 6).

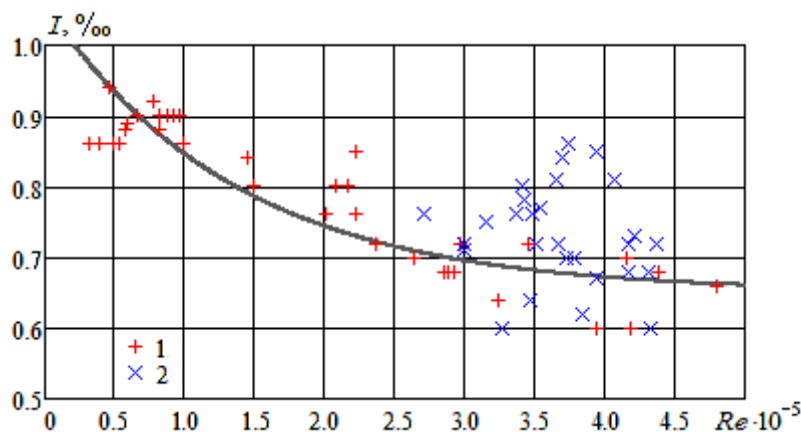


Рис. 6. Зависимость уклона водной поверхности от числа Рейнольдса. Линия – результат расчета по формуле (13). Обозначения точек, как на рис. 2

При определении минимального расчетного уровня можно рекомендовать значение $I = 0,9$ ‰. При определении максимального расчетного уровня придется находить его наибольшее значение по $I = 0,6$ ‰ и наименьшее – по $I = 0,87$ ‰.

Заключение

До выхода на пойму наблюдается значимая стохастическая связь коэффициента шероховатости n с числами Фруда Fr , Рейнольдса Re и отношением ширины водотока к его средней глубине b ; после выхода на пойму тесная стохастическая связь у n наблюдается только с числом Фруда Fr . Модули коэффициентов парной корреляции Fr с Re и b велики (0,881 и 0,890 соответственно). Была найдена регрессионная зависимость $Fr - n$ в экспоненциальной форме, справедливая при любой глубине.

При выходе на пойму гидравлический радиус русла R заметно отличается от средней глубины водотока h . Погрешность, вносимая допущением $R = h$, при $H \leq H_1$ не превышает 8 %, при $H > H_1$ возрастает до 20 %. Погрешность, вносимая в формулу для определения коэффициента Шези заменой показателя степени $y = 1/6$, при $H > H_1$ менее 7 %, а при уменьшении глубины растет и достигает 45 %. Следовательно, при расчете минимальных уровней нельзя считать y постоянной величиной, это может привести к большой погрешности.

Анализ ряда максимальных глубин H_p . Черной (пост Сагра) позволил определить некоторое значение H_1 , которое делит зависимость площади попе-

речного сечения реки от максимальной глубины на две части. При $H \leq H_1$ гидравлический радиус растет вместе с максимальной глубиной, и они мало различаются, а при $H > H_1$ зависимость немонотонная, и средняя глубина h может заметно превышать R . При $H \leq H_1$ наблюдается значимая стохастическая связь уклона I с числами Рейнольдса; при $H > H_1$ таковая отсутствует.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Valov A.O., Degtyarev V.V., Fedorova N.N. Evaluation of the influence of bottom roughness on parameters of wave flows in channels // AIP Conference Proceedings. 2018. V. 1939. P. 020041. URL: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5027353>
2. Kim J.S., Lee C.J., Kim W., Kim Y.J. Roughness coefficient and its uncertainty in gravel-bed river // Water Science and Engineering. 2010. V. 3. I. 2. P. 217–232. URL: <https://doi.org/10.3882/j.issn.1674-2370.2010.02.010>
3. Писарев А.В., Храпов С.С., Агафонникова Е.О., Хоперсков А.В. Численная модель динамики поверхностных вод в русле Волги: оценка коэффициента шероховатости // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2013. № 1. С. 114–130. DOI: 10.20537/vm130111
4. Song S., Schmalz B., Xu Y.P., Fohrer N. Seasonality of roughness – the indicator of annual river flow resistance condition in a lowland catchment // Water Resources Management. 2017. V. 31. I. 11. P. 3299–3312. URL: <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1656-z>
5. Ye A., Zhou Z., You J., Ma F., Duan Q. Dynamic Manning's roughness coefficients for hydrological modelling in basins // Hydrology Research. 2018. V. 49. I. 5. P. 1379–1395. URL: <https://doi.org/10.2166/nh.2018.175>
6. Dyakonova T., Khoperskov A. Bottom friction models for shallow water equations: Manning's roughness coefficient and small-scale bottom heterogeneity // Journal of Physics: Conference Series. 2018. V. 973. P. 012032. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/973/1/012032>
7. Attari M., Taherian M., Hosseini S.M., Niazmand S.B., Jeiroodi M., Mohammadian A. A simple and robust method for identifying the distribution functions of Manning's roughness coefficient along a natural river // Journal of Hydrology. 2020. V. 595. P. 125680. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125680>
8. Mardani N., Suara K., Fairweather H., Brown R., McCallum A., Sidle R. Improving the accuracy of hydrodynamic model predictions using Lagrangian calibration // Water. 2020. V. 12. P. 575. URL: <https://doi.org/10.3390/w12020575>
9. Beene D., Zhang S., Paulus G. Workflow for hydrologic modelling with sUAS-acquired aerial imagery // Geocarto International. 2021. V. 36. I. 12. P. URL: <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1648562>
10. Барышников Н.Б., Субботина Е.С., Демидова Ю.А. Коэффициенты шероховатости речных русел // Ученые записки РГГМУ. 2010. № 12. С. 14–19.
11. Барышников Н.Б., Дрезваль М.С., Исаев Д.И., Гаврилов И.С. Гидравлические сопротивления и скоростные поля потоков в руслах сложных форм сечения // Ученые записки РГГМУ. 2017. № 46. С. 10–20.
12. Барышников Н.Б., Исаев Д.И., Сакович В.М. Методы расчетов максимальных расходов воды руслопойменных потоков в условиях изменения климата // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2019. Т. 29. № 1. С. 90–96.
13. Наумов В.А. Эмпирическая зависимость коэффициента шероховатости русла реки Красной от чисел Фруда // Вестник науки и образования Северо-Запада России : электронный журнал. 2018. Т. 4. № 3. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2018/08/2018-N3-Naumov.pdf> (дата обращения: 23.10.2021).
14. Наумов В.А. Анализ изменчивости коэффициента шероховатости русла реки по данным измерений, приведенных в гидрологических ежегодниках // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. 2019. № 14. С. 50–55.
15. Кочкарева А.С., Ахмедова Н.Р. Определение коэффициентов шероховатости при выполнении гидрологических исследований // Вестник науки и образования Северо-Запада

- России. 2021. Т. 7. № 1. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2021/02/2021-N1-Kochkareva-Akhmedova.pdf> (дата обращения: 23.10.2021).
16. Калинин А.В. Зависимость коэффициента Шези от числа Фруда // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2019. Т. 5. № 3. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2019/10/2019-N3-Kalinin.pdf> (дата обращения: 23.10.2021).
 17. Наумов В.А. Влияние изменений уровня в течение года на уклон водной поверхности реки Мсты // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. 2021. № 21. С. 80–86.

REFERENCES

1. Valov A.O., Degtyarev V.V., Fedorova N.N. Evaluation of the influence of bottom roughness on parameters of wave flows in channels. *AIP Conference Proceedings*. 2018. V. 1939. 020041.
2. Kim J.S., Lee C.J., Kim W., Kim Y.J. Roughness coefficient and its uncertainty in gravel-bed river. *Water Science and Engineering*. 2010. V. 3, No. 2, 2010. Pp. 217–232. DOI: 10.3882/j.issn.1674-2370.2010.02.010
3. Pisarev A.V., Khrapov S.S., Agafonnikova E.O., Khoperskov A.V. Chis-lennaya model' dinamiki poverkhnostnykh vod v rusle Volgi: otsenka koeffitsienta sherokhovatosti [Numerical model of shallow water dynamics in the Volga channel: Roughness coefficient measurement]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Matematika. Mekhanika. Komp'yuternye nauki*. 2013. No. 1. Pp. 114–130. DOI: 10.20537/vm130111 (rus)
4. Song S., Schmalz B., Xu Y.P., Fohrer N. Seasonality of roughness – the indicator of annual river flow resistance condition in a lowland catchment. *Water Resources Management*. 2017. V. 31. No. 11. Pp. 3299–3312. DOI: 10.1007/s11269-017-1656-z
5. Ye A., Zhou Z., You J., Ma F., Duan Q. Dynamic Manning's roughness coefficients for hydrological modelling in basins. *Hydrology Research*. 2018. V. 49. No. 5. Pp. 1379–1395. DOI: 10.2166/nh.2018.175
6. Dyakonova T., Khoperskov A. Bottom friction models for shallow water equations: Manning's roughness coefficient and small-scale bottom heterogeneity. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. V. 973. 012032.
7. Attari M., Taherian M., Hosseini S.M., Niazmand S.B., Jeirooti M., Mohammadian A. A simple and robust method for identifying the distribution functions of Manning's roughness coefficient along a natural river. *Journal of Hydrology*. 2020. V. 595. 125680. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125680
8. Mardani N., Suara K., Fairweather H., Brown R., McCallum A., Sidle R. Improving the accuracy of hydrodynamic model predictions using Lagrangian calibration. *Water*. 2020. V. 12. P. 575. DOI: 10.3390/w12020575
9. Beene D., Zhang S., Paulus G. Workflow for hydrologic modelling with sUAS-acquired aerial imagery. *Geocarto International*. 2021. V. 36, No. 12. Pp. 1346–1364. DOI: 10.1080/10106049.2019.1648562.
10. Baryshnikov N.B., Subbotina E.S., Demidova Yu.A. Koeffitsienty sherokhovatosti rechnykh rusel [Roughness coefficients of riverbeds]. *Uchenye zapiski RGGMU*. 2010. No. 12. Pp. 14–19. (rus)
11. Baryshnikov N.B., Dregval' M.S., Isaev D.I., Gavrilov I.S. Gidravlicheskie soprotivleniya i skorostnye polya potokov v ruslakh slozhnykh form secheniya [Hydraulic resistance and velocity flow fields in riverbeds with complicated section shapes]. *Uchenye zapiski RGGMU*. 2017. No. 46. Pp. 10–20. (rus)
12. Baryshnikov N.B., Isaev D.I., Sakovich V.M. Metody raschetov maksimal'nykh raskhodov vody ruslopoimennykh potokov v usloviyakh izmeneniya klimata [Maximum water rate calculation methods for floodplain flows in different climatic conditions]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*. 2019. V. 29. No. 1. Pp. 90–96. (rus)
13. Naumov V.A. Empiricheskaya zavisimost' koeffitsienta sherokhovatosti rusla reki Krasnoi ot chisel Fruda [Empirical dependence of roughness coefficient of the Red riverbed from Froude number]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii: elektronnyi zhurnal*. 2018. V. 4, No. 3. Available: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2018/08/2018-N3-Naumov.pdf> (accessed October 23, 2021). (rus)

14. Naumov V.A. Analiz izmenchivosti koefitsienta sherokhovatosti rusla reki po dannym izmenenii, privedennykh v gidrologicheskikh ezhegodnikakh [Analysis of riverbed roughness coefficient according to data given in hydrological yearbooks]. *Vestnik nauchno-metodicheskogo soveta po prirodoobustroistvu i vodopol'zovaniyu*. 2019. No. 14. Pp. 50–55. (rus)
15. Kochkareva A.S., Akhmedova N.R. Opredelenie koefitsientov sherokhovatosti pri vypolnenii gidrologicheskikh issledovaniy [Determination of roughness coefficients when performing hydrological research]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. 2021. V. 7. No. 1. Available: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2021/02/2021-N1-Kochkareva-Akhmedova.pdf> (accessed October 23, 2021). (rus)
16. Kalinin A.V. Zavisimost' koefitsienta Shezi ot chisla Fruda [Dependence of Chezy's velocity factor from Froude number]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. 2019. V. 5. No. 3. Available: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2019/10/2019-N3-Kalinin.pdf> (accessed October 23, 2021). (rus)
17. Naumov V.A. Vliyaniye izmenenii urovnya v techeniye goda na uklon vodnoi poverkhnosti reki Msty [Annual changes in the water surface level of the Msta river]. *Vestnik nauchno-metodicheskogo soveta po prirodoobustroistvu i vodopol'zovaniyu*. 2021. No. 21. Pp. 80–86. (rus)

Сведения об авторах

Ахмедова Наталья Равиловна, канд. биол. наук, Калининградский государственный технический университет, 236022, г. Калининград, Советский пр., 1, isfendi@mail.ru

Наумов Владимир Аркадьевич, докт. техн. наук, профессор, Калининградский государственный технический университет, 236022, г. Калининград, Советский пр., 1, van-old@mail.ru

Authors Details

Natalia R. Akhmedova, PhD, Kaliningrad State Technical University, 1, Sovetsky Ave., 236000, Kaliningrad, Russia, isfendi@mail.ru

Vladimir A. Naumov, DSc, Professor, Kaliningrad State Technical University, 1, Sovetsky Ave., 236000, Kaliningrad, Russia, van-old@mail.ru

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК 693.22:624.04

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-202-215

*С.В. ЮЩУБЕ, И.И. ПОДШИВАЛОВ, А.А. ТАРАСОВ,
А.А. ЛОБАНОВ, В.М. ЛАЗАРЕВ,*

Томский государственный архитектурно-строительный университет

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ КИРПИЧНОГО ЗДАНИЯ НА СВАЙНОМ ФУНДАМЕНТЕ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК

Объектом исследования является пятиэтажное протяженное кирпичное здание на свайном фундаменте, получившее значительные деформации.

Цель работы – оценка надежности здания после выполнения комплексного инструментального обследования. При строительстве, а затем и при эксплуатации здания, вследствие недопогружения отдельных свай до гравийного слоя в сложных инженерно-геологических условиях площадки, была нарушена пространственная жесткость здания с образованием трещин в кирпичных стенах и в ростверке свайного фундамента.

Ввиду аварийного технического состояния отдельных участков кирпичных стен здания, на первом этапе было выполнено обследование надземной части. На втором этапе с помощью пройденных шурфов было проведено обследование монолитного ростверка и свай.

По результатам обследования и изучения материалов инженерно-геологических изысканий выполнено моделирование напряженно-деформированного состояния свайного фундамента и его основания в ПК MicroFe с разработкой расчетной модели в системе «основание – фундамент – здание».

Полученные результаты позволили выполнить оценку надежности здания, а также разработать рекомендации по восстановлению эксплуатационной пригодности свайного фундамента здания.

Ключевые слова: надежность; здание; свайный фундамент; основание; неравномерные осадки; деформации; расчет; модель; рекомендации.

Для цитирования: Ющубе С.В., Подшивалов И.И., Тарасов А.А., Лобанов А.А., Лазарев В.М. Оценка надежности кирпичного здания на свайном фундаменте в условиях развития неравномерных осадок // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 202–215.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-202-215

S.V. YUSHCHUBE, I.I. PODSHIVALOV, A.A. TARASOV,
A.A. LOBANOV, V.M. LAZAREV,
Tomsk State University of Architecture and Building

RELIABILITY OF BRICK BUILDING ON PILE FOUNDATION IN RELATIVE SETTLEMENT CONDITIONS

The paper studies an extended five-storey brick building on a pile foundation, subjected to significant deformation. The building reliability is assessed after the instrumented survey. During the building construction and operation, its spatial stiffness is broken with the crack formation in the walls and foundation frame due to an insufficient pile immersion in the gravel layer in difficult engineering and geological conditions. Due to accident technical conditions of the brick walls, the superstructure block is examined in the first phase. The second step includes the examination of the foundation frame and pile using bored pits. The MicroFe software is used for finite element modeling of the stress-strain state of the pile foundation and footing strength of the footing–foundation–building system. The obtained results allow assessing the building reliability and developing recommendations on the pile foundation serviceability.

Keywords: reliability; building; pile foundation; foundation; relative settlement; deformation; strength analysis; model; recommendations.

For citation: Yushchube S.V., Podshivalov I.I., Tarasov A.A., Lobanov A.A., Lazarev V.M. Otsenka nadezhnosti kirpichnogo zdaniya na svainom fundamente v usloviyakh razvitiya neravnomernykh osadok [Reliability of brick building on pile foundation in relative settlement conditions]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 1. Pp. 202–215.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-1-202-215

Рассматриваемое пятиэтажное кирпичное здание с техническим подпольем было введено в эксплуатацию в 1970 г. Здание прямоугольной формы в плане с габаритными размерами 70,89×12,85 м. Высота наружных стен толщиной 640 мм и внутренних стен толщиной 380 мм составляет 15,75 м. По конструктивной схеме оно выполнено с продольными несущими стенами, с поперечными капитальными стенами в трех лестничных клетках и с горизонтальными дисками перекрытий из сборных железобетонных многопустотных плит.

При обследовании было выявлено, что фундаменты выполнены в виде ленточного монолитного ростверка высотой 500 мм, шириной 400 и 600 мм (рис. 1) на сборных железобетонных забивных сваях с поперечным сечением 300×300 мм, расположенных в один ряд с шагом 1,5 м. Длина свай составляет 11 м. Кроме того, в осях А–В, 1–5 существующие фундаменты были усилены дополнительными сваями с шагом 3,0 м между основными сваями (через каждые две сваи). Сваи усиления выполнены из коротких стальных труб диаметром 325 мм, соединенных между собой на сварке. Внутренняя полость свай заполнена бетоном. С существующим ростверком сваи усиления объединены через монолитный железобетонный оголовок. Усиление фундаментов стальными трубами могло быть выполнено либо на стадии строительства, либо после его окончания.

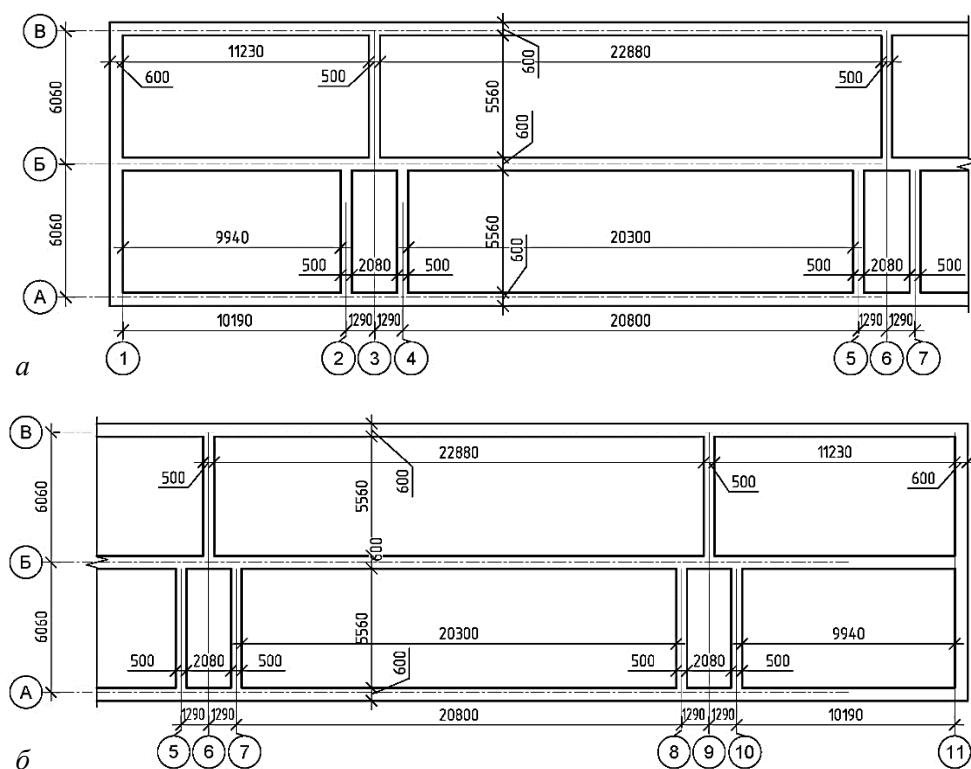


Рис. 1. План ростверка:
а – в осях 1–6; б – в осях 6–11

В ходе освидетельствования фундамента, по данным пройденных шурфов, были обнаружены вертикальные силовые трещины в ростверке, пространственное положение которых совпадает с вертикальными трещинами в кирпичных стенах здания. Характер и месторасположение трещин в ростверке и в стенах здания позволяют утверждать, что основная причина их появления – неравномерные и сверхнормативные осадки свайного фундамента здания.

Учитывая, что при обследовании надземных конструкций техническое состояние кирпичных стен было оценено как аварийное, все работы по обследованию свайного фундамента сопровождались геодезическими наблюдениями за деформациями надземных конструкций, разрушающие методы обследования были исключены. Несущая способность свай определялась по результатам испытаний грунтов статическим зондированием.

При проведении инженерно-геологических изысканий на исследованной площадке выделен стратиграфо-генетический комплекс четвертичных аллювиальных отложений высокой поймы р. Томи. В пределах исследованной площадки до изученной глубины 16,0...19,0 м пространственная математическая модель грунтового основания «здание – геологическая среда» составлена (сверху вниз) в виде семи инженерно-геологических элементов (ИГЭ) – рис. 2, табл. 1:

– ИГЭ-1 – насыпной грунт: песчано-гравийная смесь маловлажная с су-глинистым заполнителем (tQ_{IV});

- ИГЭ-2 – суглинок легкий песчанистый текучий озерно-аллювиальный (aQ_{IV});
- ИГЭ-3 – торф водонасыщенный озерно-аллювиальный (bQ_{IV});
- ИГЭ-4 – глина текучепластичная с примесью органического вещества до 6,8 % озерно-аллювиальная (aQ_{IV});
- ИГЭ-5 – песок мелкий средней плотности водонасыщенный озерно-аллювиальный (aQ_{IV});
- ИГЭ-6 – песок гравелистый средней плотности водонасыщенный озерно-аллювиальный (aQ_{IV});
- ИГЭ-7 – грунт гравийно-галечниковый водонасыщенный озерно-аллювиальный (aQ_{IV}).

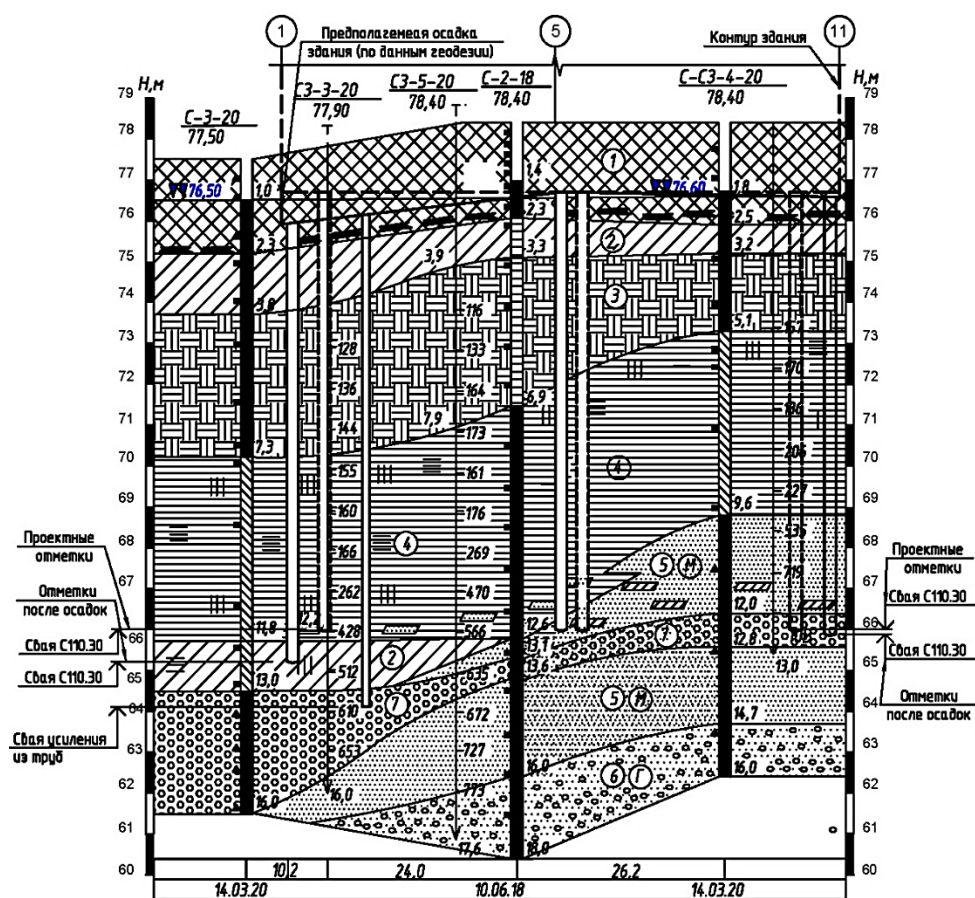


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез площадки здания с посадкой свайного фундамента

Анализ инженерно-геологических изысканий показал следующее:

1. Напластование грунтов под зданием имеет значительный уклон в южном направлении. Неучет наклонного залегания опорного для свай гравийно-галечникового слоя в процессе строительства привел к развитию значительных и неравномерных осадок здания.

2. В пределах боковой поверхности свай (рис. 2) залегают специфические грунты: насыпные грунты (ИГЭ-1) и торф (ИГЭ-3). Данные грунты имеют низкие прочностные характеристики, неоднородные по составу и сложенности. Сопротивление сдвигу этих грунтов близко к нулю.

3. По характеру подтопления площадка изысканий с учетом сезонных колебаний уровня подземных вод относится к техногенно-подтопленным территориям.

Таблица 1

Нормативные и расчетные характеристики грунтов основания

ИГЭ	Разновидность грунта (ГОСТ 25100–2011)	Плотность частиц грунта, г/см ³	Плотность влажного грунта ρ_w , г/см ³	Коэффициент пористости, дол. ед.	Степень влажности, д. ед.	Число пластичности, %	Показатель текучести, д. ед.	Удельное сцепление C_u , кПа	Угол внутреннего трения φ_n , град	Модуль деформации, МПа
1	Насыпной грунт: ПГС с примесью суглинка	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Суглинок пылеватый текучепластичный	2,69	1,91	0,83	0,96	9,89	0,85	15,1	16,9	7,63
3	Торф сильноразложившийся неустойчивой консистенции	1,39	1,13	2,72	0,98	–	–	–	–	0,35
4	Глина пылеватая текучепластичная	2,74	1,81	0,98	1,00	18,2	0,80	34,2	13,1	11,06
5	Песок мелкий с тонкими линзами суглинка	2,62	1,93	0,65	0,85	–	–	4,5	31,2	30,61
6	Песок гравелистый водонасыщенный	2,64	Угол естественного откоса: в сухом состоянии – 31,00°, под водой – 26,83°					2,0	38,0	35
7	Гравийный грунт водонасыщенный с песчаным заполнителем	2,61	Угол естественного откоса: в сухом состоянии – 33,50°, под водой – 30,0°					–	41,4	50

Инженерно-геологические элементы имеют явно выраженный наклон вдоль здания. Так, абсолютные отметки верха слоя из гравийно-галечникового грунта изменяются от 65,5 до 67,6 м. Принятые при строительстве одиннадцатиметровые железобетонные сваи под частью здания в осях А–В, 5–11 опираются на гравийно-галечниковый грунт (ИГЭ-7), а в осях А–В, 1–5 – на текучепластичный суглинок (ИГЭ-2). Несущая способность железобетонных свай, опирающихся на гравийно-галечниковый грунт, составила 843 кН. Не-

сущая способность металлических свай усиления, опирающихся на гравийно-галечниковый грунт, – 738 кН. В этом случае расчетные значения вертикальной нагрузки на железобетонные сваи и на металлические сваи усиления не должны превышать 675 и 590 кН соответственно.

Геодезическими измерениями были определены отклонения продольной стены по оси А (рис. 3) от условного горизонтального положения по длине здания и горизонтальные отклонения углов здания от вертикали (рис. 4).

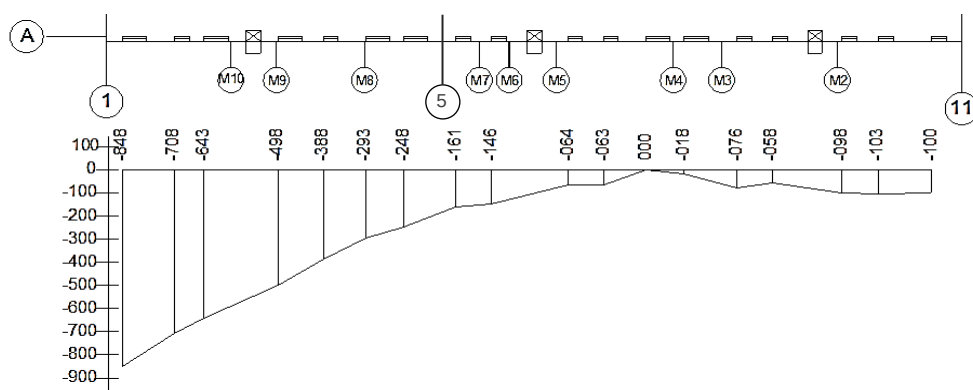


Рис. 3. Отклонения (мм) продольной стены по оси А от горизонтального положения

Как видно из рис. 3, за период строительства и эксплуатации здания (в течение 50 лет) наружные продольные стены получили значительные и неравномерные осадки, абсолютные значения которых достигли как минимум 848 мм, что более чем в 6 раз превышает предельно допустимое значение $S_u^{\max} = 120$ мм. Измеренная относительная разность осадок наружной продольной стены по оси А на участке здания между осями 1–5 составила 0,01, что также более чем на порядок превышает предельно допустимое значение $(\Delta s/L)_u = 0,002$.

Углы здания (рис. 4) имеют значительные горизонтальные отклонения от вертикали (крен) как вдоль, так и поперек здания, значения которых достигают более 300 мм, что также превышает предельно допустимые горизонтальные перемещения $f_u = h/500 = 15750/500 = 31,5$ мм, где $h = 15750$ мм – высота стены. Крен здания имеет развитие в юго-западном направлении и фактически совпадает с наклонным залеганием гравийно-галечникового слоя.

Моделирование взаимодействия надземных конструкций и свайных фундаментов с основанием, анализ распределения нагрузки между сваями в настоящее время является достаточно актуальным [1, 2]. В качестве основных критериев рассматривается не только несущая способность одиночной сваи, но и деформации (осадки) здания в целом [3, 4]. По работам [5–7], в соответствии с результатами мониторинга зданий и выполненного моделирования их напряженно-деформированного состояния, распределение усилий между сваями в свайном фундаменте рекомендуется определять на основании расчетов в объемной постановке в системе «основание – фундамент – здание».

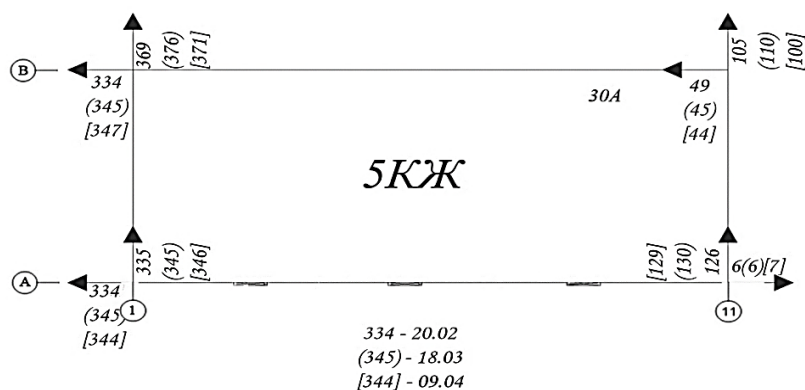


Рис. 4. Отклонения (мм) от вертикали углов здания

Расчетная модель, которая может наиболее полно отразить конструктивную схему здания, является одним из важнейших факторов при определении напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и фундаментов [8, 9]. Верифицированный ПВК MicroFe [10] позволяет реализовать конечно-элементное моделирование системы «основание – фундамент – здание» [11, 12].

Из анализа конструктивной схемы здания и инженерно-геологических условий площадки в ПВК MicroFe была разработана расчетная модель, в которой кирпичные стены, диски перекрытий и ростверк моделировались конечным элементом типа «плоский прямоугольный элемент оболочки», сваи моделировались конечным элементом типа «стержень». Грунтовое основание под ростверком принималось в виде семислойного основания с фактическим наклонным и клиновидным расположением слоев из объемных конечных элементов с послойным заданием модуля деформации, коэффициента Пуассона, плотности, сцепления, угла внутреннего трения (без учета дилатансии), коэффициента всестороннего сжатия (принят равным нулю). Сопряжение свай с ростверком принималось жестким. С учетом того, что по длине свай залегают слабые грунты, работа боковой поверхности свай была исключена. Расчеты выполнялись с учетом нелинейной работы грунта основания по модели Кулона – Мора. Конструктивная и расчетная конечно-элементная модель здания приведена на рис. 5.

В расчетной модели рассматривались четыре расчетные схемы:

- расчетная схема № 1 – надземная часть без трещин в стенах на фундаменте из железобетонных свай (сваи в осях А–В, 1–5 опираются на текучепластичный суглинок);
- расчетная схема № 2 – надземная часть с вертикальными трещинами в стенах и в ростверке на железобетонных сваях;
- расчетная схема № 3 – надземная часть с вертикальными трещинами в стенах и в ростверке на железобетонных забивных сваях и на стальных сваях усиления, опирающихся на гравийно-галечниковый грунт, диаметром 325 мм в количестве 25 шт. в осях А–В, 1–5. Принято, что усиление фундамента выполнено в процессе строительства;

– расчетная схема № 4 – надземная часть с трещинами в стенах и в ростверке на железобетонных и стальных сваях усиления, а также на новых дополнительных стальных сваях-стойках диаметром 325 мм в количестве 28 шт. в осях А–В, 1–5, опорным слоем которых является гравийно-галечниковый слой.

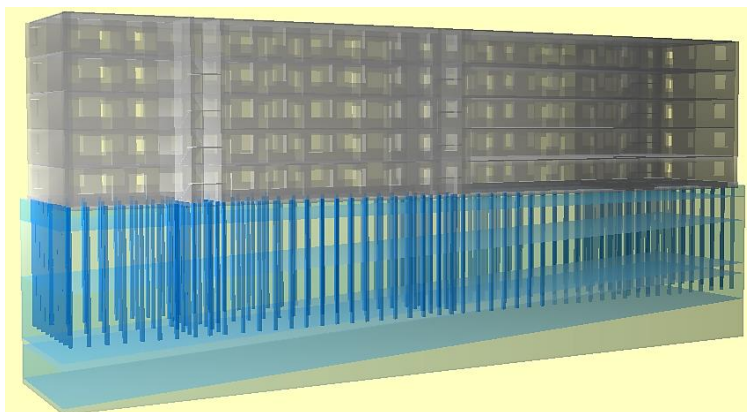
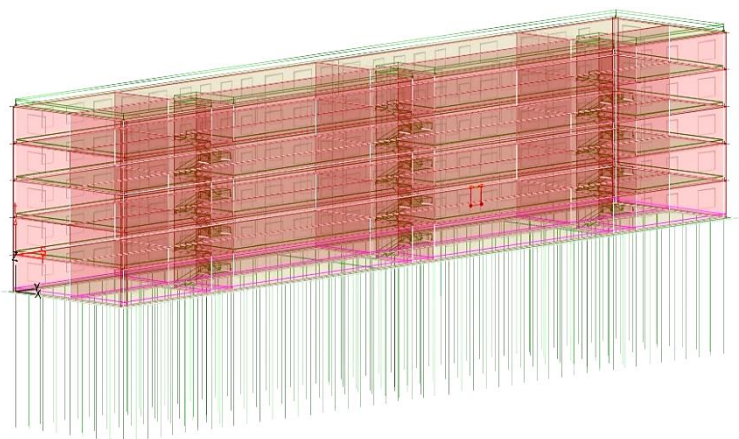
а*б*

Рис. 5. Конечно-элементная модель здания:
а – конструктивная; б – расчетная

В расчетной схеме № 1 изополя продольных усилий и вертикальных перемещений свай приведены на рис. 6, 7.

Из рис. 6 видно, что наибольшие сжимающие продольные усилия появились в сваях, расположенных в средней части здания, и составили $N_{\max} = 845,8$ кН, которые на 25 % и в 2,8 раза соответственно превысили допускаемую расчетную продольную нагрузку для свай-стоек $N_{\text{р св. ст}} = 675$ кН и для висячих свай $N_{\text{р вис. св}} = 300$ кН, что и послужило началом процесса развития неравномерных и сверхнормативных осадок свайного фундамента.

Наибольшие и наименьшие вертикальные перемещения получили сваи, расположенные в южной и северной частях здания, и составили соответственно $f_{\max} = -170,2$ мм, $f_{\min} = -17,3$ мм. Полученные результаты на 29 % превыша-

ют максимально допустимое значение предельной осадки для многоэтажных кирпичных зданий $S_u^{\max} = 120$ мм. Максимальная относительная разность вертикальных перемещений равна $(170,2-17,3)/69720 = 0,002$ и сопоставима с предельно допустимой разностью осадок $(\Delta S/L)_u = 0,002$.

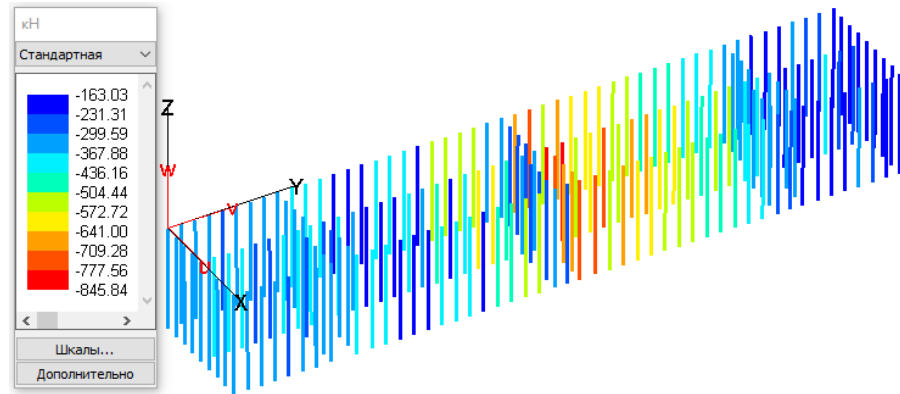


Рис. 6. Изополя продольных усилий в сваях в расчетной схеме № 1

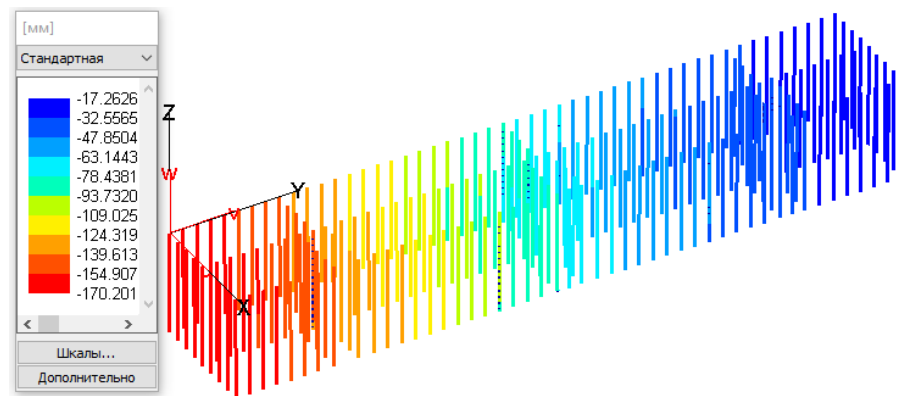


Рис. 7. Изополя вертикальных перемещений свай в расчетной схеме № 1

В расчетной схеме № 2 за счет образования вертикальных трещин в стенах и в ростверке произошло снижение жесткостных характеристик здания и как, следствие, снижение максимальных значений продольных сжимающих усилий в сваях на 29 % по сравнению с монолитным состоянием здания до величины $N_{\max} = 599,5$ кН (рис. 8).

Вследствие снижения жесткостных характеристик здания, вертикальные перемещения свай увеличились на 26 % в южной части здания и на 49 % в северной части здания и составили соответственно $f_{\max} = -228,5$ мм и $f_{\min} = -34,1$ мм (рис. 9). Полученные результаты также превышают максимально допустимое значение предельной осадки $S_u^{\max} = 120$ мм. Наибольшая относительная разность вертикальных перемещений, равная $(228,5-34,1)/69720 = 0,003$, превысила предельно допустимую разность осадок $(\Delta S/L)_u = 0,002$.

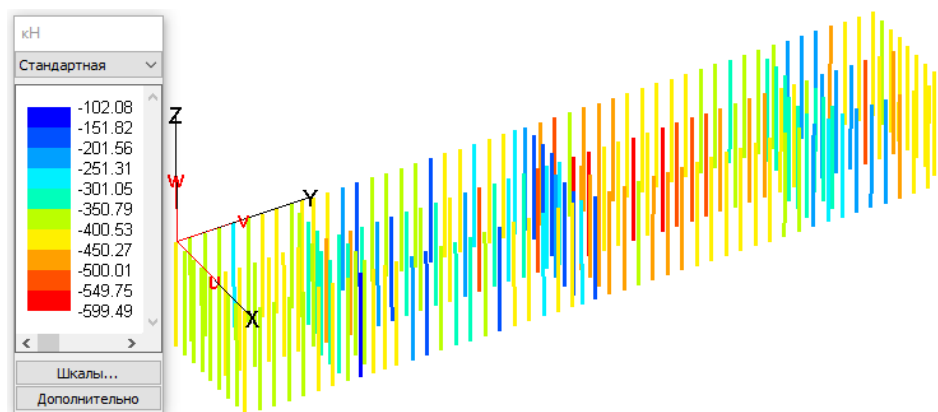


Рис. 8. Изополя продольных усилий в сваях в расчетной схеме № 2

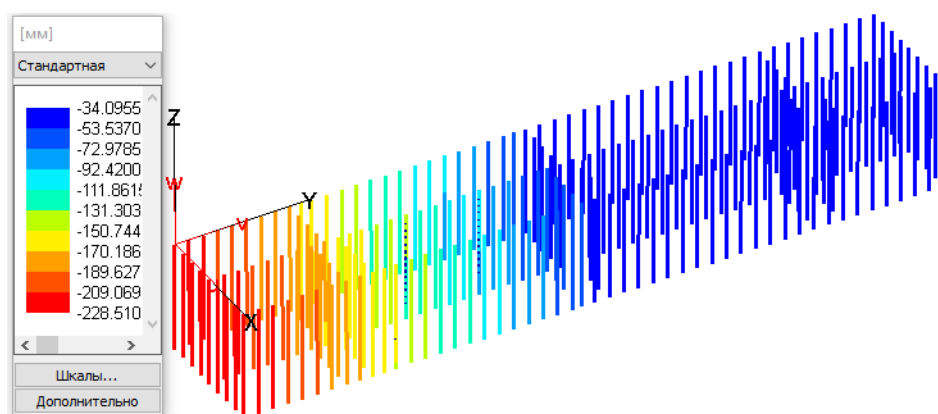


Рис. 9. Изополя вертикальных перемещений свай в расчетной схеме № 2

В расчетной схеме № 3 за счет усиления фундамента в осях А–В, 1–5 дополнительными стальными сваями, установленными между железобетонными висячими сваями, напряженно-деформированное состояние свайного фундамента оказалось следующим (рис. 10, 11):

- величина наибольших продольных сжимающих усилий в сваях средней части здания практически не изменилась и составила $N_{\max} = 606,5$ кН по сравнению с состоянием до усиления свайного фундамента. Причем продольные усилия в металлических сваях превышают максимально допустимую нагрузку 590 кН;

- наибольшие и наименьшие вертикальные перемещения свай в южной и северной частях здания соответственно уменьшились на 40 и на 3 % и составили $f_{\max} = -136,0$ мм, $f_{\min} = -33,0$ мм. Полученные результаты также превышают максимально допустимое значение предельной осадки $S_u^{\max} = 120$ мм. Наибольшая относительная разность вертикальных перемещений, равная $(136,1 - 33,0) / 69720 = 0,001$, стала меньше предельно допустимой разности осадок $(\Delta S / L)_u = 0,002$.

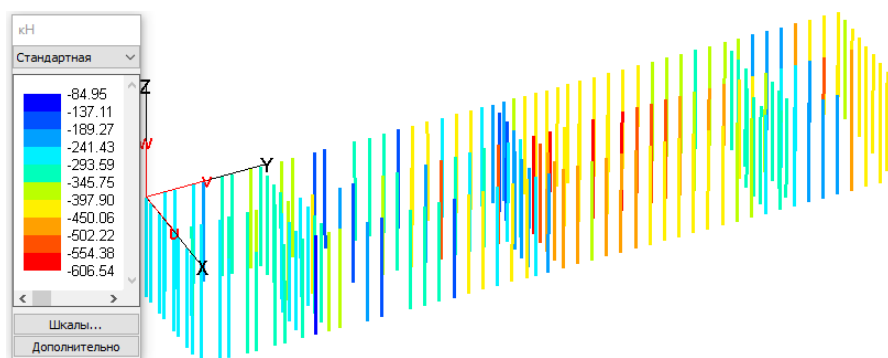


Рис. 10. Изополя продольных усилий в сваях в расчетной схеме № 3

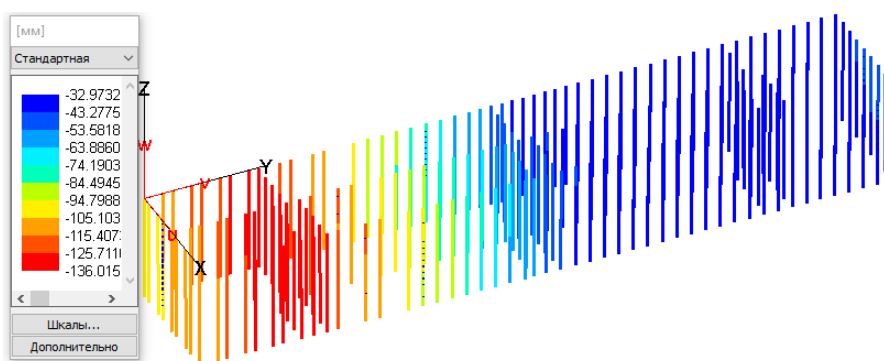


Рис. 11. Изополя вертикальных перемещений свай в расчетной схеме № 3

Таким образом, усиление фундамента дополнительными стальными ви-сячими сваями с шагом 3,0 м практически не разгрузило железобетонные ви-сячие сваи. Кроме того, этого оказалось недостаточным как по несущей спо-собности свайного фундамента в центральной части здания (нагрузки на сваю превосходят их несущую способность), так и по деформациям (расчетная осадка достигает 136 мм).

В расчетной схеме № 4 за счет усиления фундамента в осях А–В, 1–5 новыми стальными сваями-стойками, опорным слоем которых является гра-вийно-галечниковый слой, напряженно-деформированное состояние свайного фундамента будет следующим (рис. 12, 13):

– значения максимальных продольных сжимающих усилий в сваях-стойках в средней части здания станут равны $N_{\max} = 578,3$ кН и не превысят допускаемую расчетную продольную нагрузку для железобетонных свай-стоек $N_{p \text{ св. ст}} = 675$ кН и 590 кН для металлических свай;

– максимальные и минимальные вертикальные перемещения торцевых свай в южной и северной частях здания значительно уменьшатся и составят $f_{\max} = -54,3$ мм, $f_{\min} = -33,8$ мм соответственно. Полученные результаты не превышают максимально допустимое значение предельной осадки $S_u^{\max} = 120$ мм. Наибольшая относительная разность вертикальных перемещений,

равная $(55,4 - 33,8)/69720 = 0,0003$, значительно меньше предельно допустимой разности осадок $(\Delta S/L)_u = 0,002$.

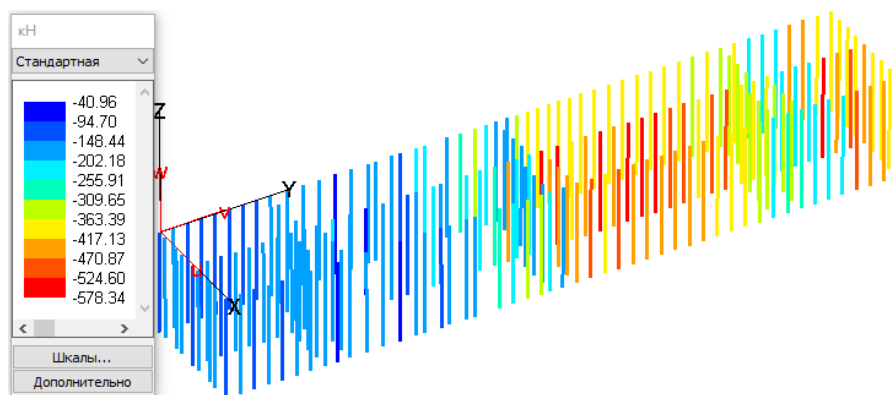


Рис. 12. Изополя продольных усилий в сваях в расчетной схеме № 4

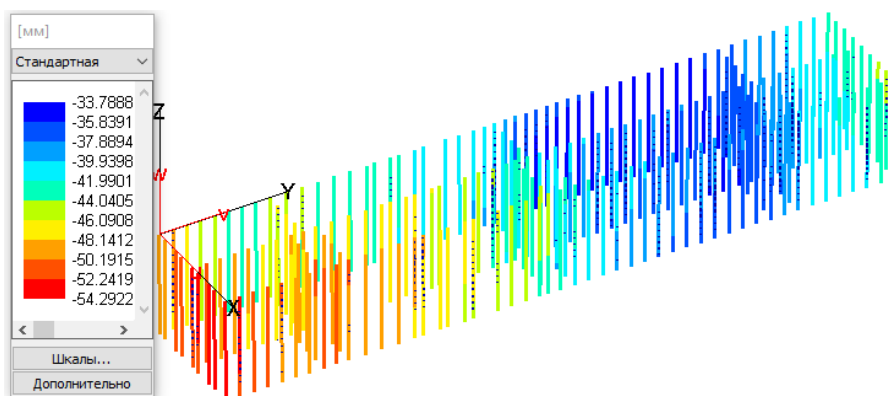


Рис. 13. Изополя вертикальных перемещений свай в расчетной схеме № 4

Таким образом, предлагаемый вариант усиления существующего свайного фундамента новыми дополнительными стальными сваями-стойками диаметром 325 мм в количестве 28 шт. в осях А–В, 1–5 позволит обеспечить в усиленном свайном фундаменте требования по первой и по второй группам предельных состояний.

В заключение можно отметить, что вертикальные перемещения стены по оси А с максимальным значением, равным 848 мм, не являются осадками фундамента в классическом понимании, а будут лишь следствием фактического залегания опорного гравийно-галечникового слоя.

Адекватное техническое состояние здания, обеспечивающее его надежную эксплуатацию (расчетная схема № 4), достигается при усилении свайного фундамента металлическими сваями с опиранием на гравийно-галечниковый грунт с шагом 1,5 м. При этом условие по несущей способности свай должно выполняться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шашкин В.А.* Эффекты взаимодействия оснований и сооружений // Развитие городов и геотехническое строительство. 2012. № 14. С. 141–167.
2. *Шашкин А.Г., Шашкин К.Г.* Взаимодействие здания и основания: методика расчета и практическое применение при проектировании / под ред. В.М. Улицкого. Санкт-Петербург : Стройиздат СПб, 2002. 48 с.
3. *Шулятьев О.А.* Основания и фундаменты высотных зданий. Москва, 2016. 392 с.
4. *Шулятьев О.А.* Фундаменты высотных зданий // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2014. № 4. С. 202–244.
5. *Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Кузнецов Е.Н.* О современных проблемах расчета высотных зданий из монолитного железобетона // Бетон и железобетон – пути развития : научн. тр. II Всерос. (Междунар.) конф. В пяти книгах. Т. 1. Пленарные доклады. Москва, 2005. С. 149–166.
6. *Кабанцев О.В., Тамразян А.Г.* Учет изменений расчетной схемы при анализе работы конструкции // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 5. С. 15–26.
7. *Алмазов В.О., Климов А.Н.* Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния конструкций высотного здания // Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 102–109.
8. *Нуждин Л.В., Михайлов В.С.* Численное моделирование свайных фундаментов в расчетно-аналитическом комплексе SCAD Office // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2018. № 1. С. 5–18.
9. *Михайлов В.С., Теплых А.В.* Учет характерных особенностей различных моделей основания при расчете взаимного влияния зданий на больших фундаментных плитах с использованием расчетно-аналитической системы SCAD Office // Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений : VI Международный симпозиум. Владивосток, 2016. С. 133–134.
10. *MicroFe-СДК.* Программный комплекс конечно-элементных расчетов пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания. ООО «ТЕХСОФТ», 2015. URL: <http://www.tech-soft.ru>
11. *Ющубе С.В., Подшивалов И.И., Филиппович А.А., Тряпичин А.Е.* Моделирование напряженно-деформированного состояния кирпичного здания повышенной этажности на свайном фундаменте // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 4 (69). С. 72–77.
12. *Ющубе С.В., Подшивалов И.И.* Моделирование напряженно-деформированного состояния свайного фундамента с плитным ростверком высотного здания с учетом недопогружения свай // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 2. С. 145–161.

REFERENCES

1. *Shashkin V.A.* Effekty vzaimodeistviya osnovanii i sooruzhenii [Interaction between foundations and structures]. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 14. Pp. 141–167. (rus)
2. *Shashkin A.G., Shashkin K.G.* Vzaimodeistvie zdaniya i osnovaniya: metodika rascheta i prakticheskoe primeneniye pri proektirovani [Building-foundation interaction: Calculation methodology and design applications]. V.M. Ulitskii, ed., Saint-Petersburg: Stroiizdat, 2002. 48 p. (rus)
3. *Shulyat'ev O.A.* Osnovaniya i fundamente vysoznykh zdani [Bases and foundations of high-rise buildings]. Moscow: ASV, 2018. 392 p. (rus)
4. *Shulyat'ev O.A.* Fundamente vysoznykh zdani [Foundations of high-rise buildings]. *Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2014. No. 4. Pp. 202–244. (rus)
5. *Karpenko N.I., Karpenko S.N., Kuznetsov E.N.* O sovremennykh problemakh rascheta vysoznykh zdani iz monolitnogo zhelezobetona [Modern problems of structural analysis of high-rise building of insitu reinforced concrete]. In: II Vseros. (Mezhdunar.) konf. "Beton i zhelezobeton – puti razvitiya", v pyati knigakh. (*Proc. 2nd Int. Sci. Conf. 'Concrete and Reinforced Concrete – Glance at Future'*), in 5 vol., Moscow, 2005. V. 1. Pp. 149–166. (rus)
6. *Kabantsev O.V., Tamrazyan A.G.* Uchet izmenenii raschetnoi skhemy pri analize raboty konstruktssii [Consideration of changes in design diagram in structural analysis]. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal*. 2014. No. 5. Pp. 15–26. (rus)

7. Almazov V.O., Klimov A.N. Eksperimental'noe issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstruktssii vysotnogo zdaniya [Experimental investigation of stress-strain state of high-rise buildings]. *Vestnik MGSU*. 2013. No. 10. Pp. 102–109. (rus)
8. Nuzhdin L.V., Mikhailov V.S. Chislennoe modelirovanie svaynykh fundamentov v raschetno-analiticheskom komplekse SCAD Office [Creation of solid 3D CAD pile foundations in SCAD software]. *Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2018. No. 1 Pp. 5–18. (rus)
9. Mikhailov V.S., Teplykh A.V. Uchet kharakternykh osobennostei razlichnykh modelei osnovaniya pri raschete vzaimnogo vliyaniya zdaniy na bol'shikh fundamentnykh plitakh s ispol'zovaniem raschetno-analiticheskoi sistemy SCAD Office [Allowing for characteristics of various design models in calculating mutual influence of buildings on pile-raft foundation in SCAD software]. In: VI Mezhdunarodnyi simpozium. Aktual'nye problemy komp'yuternogo modelirovaniya konstruktssii i sooruzhenii (*Proc. 6th Int. Sci. Symp. 'Relevant Computer Modeling Problems of Structures'*). Vladivostok, 2016. Pp. 133–134. (rus)
10. MicroFe-SDK. Programnyi kompleks konechno-elementnykh raschetov prostranstvennykh konstruktssii na prochnost', ustoychivost' i kolebaniya [MicroFe-SDC software application for finite-element strength, stability and vibration analyses]. ООО “TEKhSOFT”, 2015. Available: www.tech-soft.ru (rus)
11. Yushchube S.V., Podshivalov I.I., Filippovich A.A., Tryapitsin A.E. Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya kirpichnogo zdaniya povyshennoi etazhnosti na svainom fundamente [Stress-strain state modeling of high-rise brick building on pile foundation]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2018. No. 4 (69). Pp. 72–77. (rus)
12. Yushchube S.V., Podshivalov I.I. Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya osnovaniya kirpichnogo zdaniya povyshennoi etazhnosti na monolitnoi fundamentnoi plite [Stress-strain state finite element modeling of concrete foundation of a multistory brick building]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2021. V. 23. No. 1. Pp. 145–161. (rus)

Сведения об авторах

Ющубе Сергей Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, sv@tsuab.ru

Подшивалов Иван Иванович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, ivanpodchivalov@list.ru

Тарасов Александр Александрович, канд. техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, tar.a.a@mail.ru

Лобанов Александр Александрович, инженер, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, oflaa@mail.ru

Лазарев Владимир Михайлович, канд. техн. наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, lazarevvm@mail.ru

Authors Details

Sergei V. Yushchube, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia; sv@tsuab.ru

Ivan I. Podshivalov, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia; ivanpodchivalov@list.ru

Aleksandr A. Tarasov, PhD, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, tar.a.a@mail.ru

Aleksandr A. Lobanov, Engineer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, oflaa@mail.ru

Vladimir M. Lazarev, PhD, A/Professor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, lazarevvm@mail.ru