



IZVESTIYA VUZOV
Investitsii
Stroitelstvo
Nedvizhimost

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ИНВЕСТИЦИИ
СТРОИТЕЛЬСТВО
НЕДВИЖИМОСТЬ

Том 11 № 1
2021

ISSN 2227-2917 (print)
2500-154X (online)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION



ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

IRKUTSK NATIONAL RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY

**ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ИНВЕСТИЦИИ.
СТРОИТЕЛЬСТВО.
НЕДВИЖИМОСТЬ**

**PROCEEDINGS OF UNIVERSITIES
INVESTMENT. CONSTRUCTION. REAL ESTATE**

*Izvestiya vuzov
Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost*

**Том 11 № 1
Vol.**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
технического университета**

**PUBLISHERS
of Irkutsk National Research Technical University
2021**



ISSN 2227-2917 (print)
2500-154X (online)

В журнале опубликованы статьи ученых России и зарубежья, посвященные научным результатам в области теоретических и прикладных проблем строительства, архитектуры, экономики и управления. Статьи объединены в три тематических блока: Экономика и управление; Технические науки. Строительство; Архитектура. Дизайн.

Издание предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, специалистов инвестиционно-строительной сферы, государственных и муниципальных органов власти.

Журнал включен в Перечень ведущих научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, утвержденный ВАК Минобрзавования России

Журнал включен в следующие базы данных: EBSCO Publishing Databases, ВИНТИ РАН, система Российского индекса научного цитирования, представлен в электронной библиотеке «Cyberleninka», библиотеке Oxford, Directory of Open Access Journals (DOAJ) и описан в Ulrich's Periodicals Directory.

Журнал «Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость» реферируется и рецензируется.

Сведения о журнале можно найти на сайте в Интернете: <http://www.istu.edu>

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство ПИ № ФС77-62787 от 18 августа 2015 г.

Учредитель-издатель:

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Подписной индекс в каталоге Агентства ЗАО ИД «Экономическая газета»
«Объединенный каталог. Пресса России. Газеты и журналы» - 41511 (ОК + ЭК)
Адрес Агентства ЗАО ИД «Экономическая газета»: (499) 152-09-89; izdatcat@ideg.ru

Адрес учредителя, издателя и редакции:
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: izv_isn@istu.edu

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал
«Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость» обязательна

Авторы опубликованных статей несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных и прочих сведений. Компьютерный макет сборника составлен из оригинальных авторских файлов.

ISSN 2227-2917 (print)
2500-154X (online)

In this journal we published the articles of Russian and foreign scientists, which are dedicated to scientific results in the sphere of theoretical and applied problems of development, architecture, economics and management. The articles are combined into three topical units: Economics and management; Technical sciences, Construction; Architecture, Design.

The publication is for staff scientists, teachers, post-graduate students and students of universities, specialists in investment and building sphere, government and municipal authorities.

The journal is included in the list of the leading scientific journals and publications, where the key scientific results of doctoral (candidate's) theses approved by the State Commission for Academic Degrees and Titles of the Russian Ministry of Education are to be published

The Journal is indexing in EBSCO Publishing Databases, VINITI Database (Referativnyi Zhurnal), Russian Science Citation Index, included in the digital scientific library Cyberleninka, University OXFORD, Directory of Open Access Journals (DOAJ) and is described in Ulrich's Periodicals Directory.

The journal "Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate" is abstracted and reviewed.

Information about the journal you can find on the site in the Internet: <http://www.istu.edu>

The journal is registered with the Federal Agency for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Media (Roskomnadzor).
Certificate of registration № ПИ № ФС77-62787 of 18 August, 2015.

Founder, publisher: Irkutsk National Research Technical University

Subscription index in the catalog of JSC "Economic Newspaper"
Publishing House "The united catalog. Russian press.
Newspapers and journals"- 41511 (OK + EC) Address of JSC «Economic Newspaper»
Publishing House: (499) 152-09-89; izdatcat@ideg.ru

Address of the founder, publisher and editorial office:
83 Lermontov St., Irkutsk 664074
e-mail: izv_isn@istu.edu

Reference to the journal «Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate» is obligatory while reprinting and quotation

The authors of submitted materials are responsible for the selection and accuracy of facts, quotations, economic and statistical data and other information. Computer model of a journal is compiled of original authors' files

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Пешков В.В., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экспертизы и управления недвижимостью Иркутского национального исследовательского технического университета, главный редактор (г. Иркутск, Российская Федерация)

Чупин В.Р., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства Иркутского национального исследовательского технического университета, заместитель главного редактора (г. Иркутск, Российская Федерация)

Афанасьев А.А., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, профессор кафедры строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (г. Москва, Российская Федерация)

Батмунх Сэрээтэр, доктор технических наук, профессор, академик Монгольской Академии наук, директор Института теплотехники и промышленной экологии Академии наук Монголии, заведующий кафедрой тепловых электрических станций Монгольского государственного университета науки и технологии (г. Улан-Батор, Монголия)

Беккер А.Т., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, профессор Инженерной школы Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Российская Федерация)

Вальтер Фогт, доктор технических наук, специалист по планированию транспорта Университета г. Штутгарт (Федеративная Республика Германия)

Васильев Ю.Э., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительства и эксплуатации дорог Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (г. Москва, Российская Федерация)

Воропай Н.И., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, научный руководитель Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (г. Иркутск, Российская Федерация)

Гребенюк Г.И., доктор технических наук, профессор, советник РААСН, заведующий кафедрой строительной механики Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (г. Новосибирск, Российская Федерация)

Димитра Николау, доктор архитектуры, профессор отдела городского и регионального планирования Архитектурной школы Афинского национального технического университета (г. Афины, Греческая Республика)

Ерофеев В.Т., доктор технических наук, профессор, академик РААСН, заведующий кафедрой строительных материалов и технологий Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева (г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация)

Ефимов А.В., доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой дизайна архитектурной среды Московского архитектурного института, лауреат Государственной премии РФ, заслуженный деятель искусств (г. Москва, Российская Федерация)

Збигнев Войчицки, доктор технических наук, профессор кафедры гражданского строительства Вроцлавского технологического университета (г. Вроцлав, Республика Польша)

Калюжнова Н.Я., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической теории и управления Иркутского государственного университета (г. Иркутск, Российская Федерация)

Ковачев А.Д., доктор архитектуры, профессор, иностранный член РААСН, заведующий кафедрой архитектуры и урбанистики архитектурного факультета Варненского свободного университета им. Ч. Храбра, Варна (г. София, Республика Болгария)

Кузьмин М.И., доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, лауреат Демидовской премии, Институт геохимии СО РАН, советник РАН (г. Иркутск, Российская Федерация)

Леонард Шенк, доктор архитектуры, профессор факультета архитектуры и дизайна Констанцского университета (г. Констанц, Федеративная Республика Германия)

Леонович С.Н., доктор технических наук, профессор, иностранный академик РААСН, профессор кафедры технологии строительного производства Белорусского национального технического университета, заместитель председателя научного совета РААСН «Механика разрушения материалов и конструкций» (г. Минск, Республика Беларусь)

Ляхович Л.С., доктор технических наук, профессор, академик РААСН, заведующий кафедрой строительной механики Томского архитектурно-строительного университета (г. Томск, Российская Федерация)

Матвеева М.В., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экспертизы и управления недвижимостью Иркутского национального исследовательского технического университета (г. Иркутск, Российская Федерация)

Нгуен Туан Ань, доктор технических наук, научный сотрудник кафедры водоснабжения и водоотведения Университета природных ресурсов г. Хошимин (г. Хошимин, Республика Вьетнам)

Нечаев А.С., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и цифровых бизнес-технологий Иркутского национального исследовательского технического университета (г. Иркутск, Российская Федерация)

Новицкий Н.Н., доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (г. Иркутск, Российская Федерация)

Сетогуту Тсуеши, доктор технических наук, профессор департамента архитектуры Университета Хоккайдо (Япония)

Сколубович Ю.Л., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, ректор Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (г. Новосибирск, Российская Федерация)

Стенников В.А., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, председатель научно-экспертного совета по энергоэффективности (г. Иркутск, Российская Федерация)

Урханова Л.А., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства строительных материалов и изделий Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления (г. Улан-Удэ, Российская Федерация)

Фолькер Циглер, доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой городского планирования и проектирования Страсбургской архитектурной школы (г. Страсбург, Французская Республика)

Холодова Л.П., доктор архитектуры, профессор, советник РААСН, член-корреспондент Академии художеств, заведующий кафедрой теории архитектуры и профессиональных коммуникаций Уральского государственного архитектурно-художественного университета, (г. Екатеринбург, Российская Федерация)

Хомкалов Г.В., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и управления инвестициями и недвижимостью Байкальского государственного университета (г. Иркутск, Российская Федерация)

Энгель Барбара, доктор архитектуры, специалист по городскому планированию Дрезденского технического университета (г. Дрезден, Федеративная Республика Германия)

Яськова Н.Ю., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и управления в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (г. Москва, Российская Федерация)

EDITORIAL BOARD

Peshkov V.V., Doctor of Economical Sciences, Professor, Head of the Department of Real Estate Expertise and Management of Irkutsk National Research Technical University, Editor-in-Chief (Irkutsk, Russian Federation)

Chupin V.R., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Urban Development and Municipal Economy of Irkutsk National Research Technical University, Deputy Editor-in-Chief (Irkutsk, Russian Federation)

Afanasiev A.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding member of RAACS, Professor of National Research Moscow State Construction University (Moscow, Russian Federation)

Batmunkh Sereeter, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of Mongolia, Director of the Institute of Thermal Engineering and Industrial Ecology of Mongolian Academy of Sciences, Head of Department of Thermal Power Plants of the Mongolian State University of Science and Technology (Ulan Bator, Mongolia)

Bekker A.T., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding member of RAACS, Professor of Engineering School of Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russian Federation)

Walter Fogt, Doctor of Technical Sciences, Specialist in transportation planning, Stuttgart University (Germany)

Vasiliev Yu.E., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Road Construction and Maintenance of Moscow State Automobile and Road Technical University (Moscow, Russian Federation)

Voropai N.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Scientific Advisor of Melentiev Energy Systems Institute SB RAS (Irkutsk, Russian Federation)

Grebenyuk G.I., Doctor of Technical Sciences, professor, Advisor of RAACS, Head of the Department of Construction Mechanics of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Novosibirsk, Russian Federation)

Dimitra Nikolau, Doctor of Architecture, Professor, Department of Urban and Regional Planning of School of Architecture of Athenes National Technical University (Athenes, Greece)

Erofeev V.T., Doctor of Technical Sciences, professor, Academician of RAACS, Head of the Department of Building Materials and Technologies of National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva (Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation)

Yefimov A.V., Doctor of Architecture, Professor, Head of Department of architectural environment design of Moscow Architectural Institute, State Prize Winner of RF, Honored Art Worker (Moscow, Russian Federation)

Zbigniew Wojcicki, Doctor of Technical Sciences, Professor, Civil Engineering Department, Wroclaw University of Technology (Wroclaw, Poland)

Kalyuzhnova N.Ya., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of Department of Economics and Management of Irkutsk State University (Irkutsk, Russian Federation)

Kovachev A.D., Doctor of Architecture, Professor, Foreign Member of RAACS, Head of Department of Architecture and Urbanistics, Architecture Faculty of Varna Free University of named after Ch. Hrabar, Varny (Sophia, Bulgaria)

Kuzmin M.I., Doctor of Geological and Mineral Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Winner of Demidov Award, Institute of Geochemistry of SB RAS, Advisor of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk, Russian Federation)

Leonard Shenk, Doctor of Architecture, Professor of the Faculty of Architecture and Design of the KonstantsUniversity (Konstants, Germany)

Leonovitch S.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Foreign Academician of RAACS, Professor of the Department of Building technologies of Byelorussian National Technical University, Deputy Chairman of the Scientific Council of RAACS "Mechanics of materials and structures destruction" (Minsk, Byelorussia)

Lyakhovich L.S., Doctor of Technical Sciences, professor, Academician of RAACS, Head of the Department of Building Mechanics of Tomsk Architecture and Construction University (Tomsk, Russian Federation)

Matveeva M.V., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Real Estate Expertise and Management of Irkutsk National Research Technical University (Irkutsk, Russian Federation)

Nguyen Tuan An, Doctor of Technical Sciences, Scientific Researcher of Water Supply and Sanitation Department, University of Natural Resources (Ho Chi Minh, Vietnam)

Nechaev A.S., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Economics and digital business technologies of Irkutsk National Research Technical University (Irkutsk, Russian Federation)

Novitskii N.N., Doctor of Technical Sciences, professor, Chief Scientific Researcher of the Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk, Russian Federation)

Setoguchi Tsuyoshi, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Architecture, Hokkaido University (Japan)

Skolubovitch Yu.L., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of RAACS, Rector of Novosibirsk State University of Architecture and Construction (Novosibirsk, Russian Federation)

Stennikov V.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of Russian Academy of Sciences, Director of Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chairman of Scientific-Expert of the Board for Energy Efficiency (Irkutsk, Russian Federation)

Urkhanova L.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Production of Building Materials and Units of East-Siberian State Technological University (Ulan Ude, Russian Federation)

Folker Tsigler, Doctor of Architecture, Professor, Head of the Department of Town-Planning and Design of Strasbourg School of Architecture (Strasbourg, France)

Kholodova L.P., Doctor of Architecture, Professor, Advisor of RAACS, Corresponding Member of the Academy of Arts, Head of the Department of Theory of Architecture and Professional Communications, Urals State Architectural-Artistic University (Yekaterinburg, Russian Federation)

Khomkalov G.V., Doctor of Economical Sciences, Professor, Professor of the Department of Economics and Management of Investment and Real Estate, Baikal State University (Irkutsk, Russian Federation)

Engel Barbara, Doctor of Architecture, specialist in urban planning of Dresden Technical University (Dresden, Germany)

Yaskova N.Yu., Doctor of Economical Sciences, Professor, Professor of the Department of Economics and management in construction of Moscow State Construction University (Moscow, Russian Federation)

СОДЕРЖАНИЕ

Известия вузов
Инвестиции. Строительство. Недвижимость

Том 11 № 1 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Володин Д.О. Методы корпоративного управления в жилищном строительстве | 10 |
| Конюхов В.Ю., Чиган К.Н., Лещенко Е.А., Шилова О.С. Воспроизводство человеческого капитала в целях эффективного развития цифровых технологий («умный город») | 20 |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТРОИТЕЛЬСТВО

| | |
|---|-----|
| Айзенберг И.И., Подбельская Д.Н. Современное состояние и перспективы развития газотранспортной сети Ангарского городского округа | 28 |
| Куц В.А., Яценко В.П. Учет физической нелинейности при расчете плоской железобетонной рамы с использованием вычислительного комплекса SCAD | 38 |
| Латышев П.С., Дмитриева Т.Л. Сравнительный анализ результатов определения несущей способности забивной висячей сваи | 48 |
| Мороз М.В. Методика избыточных проектных схем и метод поконтурной минимизации систем группового водоснабжения и водоотведения | 60 |
| Слободчикова Н.А. Состояние сети автомобильных дорог регионального и местного значения Байкальского региона | 74 |
| Фияшко К.С., Кривоги́на Д.Н. Метод комплексного оценивания экологической составляющей среды на примере Кировского района г. Пермь | 84 |
| Цховребов Э.С., Ниязгулов У.Д. Концептуальные направления развития инженерно-технических систем жизнеобеспечения городского хозяйства в области обращения с отходами | 94 |
| Чупин В.Р., Душин А.С. Оценка и повышение эксплуатационной надежности системы подачи и распределения воды в микрорайоне Иркутск-II г. Иркутска | 112 |
| Шелехов И.Ю., Дорофеева Н.Л., Казаева А.Ю. Исследование термодинамических процессов в бетонной смеси, затвердевающей в зимних условиях | 126 |

АРХИТЕКТУРА. ДИЗАЙН

| | |
|---|-----|
| Горошкина С.М., Дружинина И.Е. Особенности формирования архитектурной среды инклюзивного отдыха детского лагеря для детей с ограниченными возможностями здоровья | 134 |
| Золотарева М.В. Законодательные основы архитектурно-строительной деятельности в первой половине XIX в. | 144 |
| Ляпин А.А., Гуляева К.О. Народное деревянное зодчество ольхонского побережья озера Байкал | 154 |
| Сидорова А.А., Козлов В.В. Реконструкция парковой зоны озера Молодежное (г. Усолье-Сибирское) | 166 |
| Хохрин Е.В., Смольков С.А. Стратегии и тактики дизайна городской среды в контексте развития деревянной застройки исторических кварталов Иркутска | 174 |
| Яровой Б.П. Архитектурный силуэт Иркутского деревянного кремля в городском ландшафте. Предварительные опыты графической, макетной реконструкции и компьютерного моделирования с привязкой к историческому местоположению | 192 |

CONTENTS

Proceedings of Universities Investment. Construction. Real estate

Том 11 № 1 2021

CONTENTS

ECONOMICS AND MANAGEMENT

| | |
|--|----|
| Volodin D.O. Corporate management methods in housing construction | 10 |
| Konyukhov V.Yu., Chigan K.N., Leshchenko E.A., Shilova O.S. Reproduction of human capital for efficient digital development ("smart city"). | 20 |

TECHNICAL SCIENCES. CONSTRUCTION

| | |
|---|-----|
| Aizenberg I.I., Podbelskaya D.N. Current status and development prospects of the gas distribution system in the Angarsk urban district | 28 |
| Kushch V.A., Yashchenko V.P. Consideration of physical nonlinearity in the calculation of a flat reinforced concrete slab using the SCAD software | 38 |
| Latyshev P.S., Dmitrieva T.L. Comparative analysis of the determination of the load capacity of a driven hanging pile | 48 |
| Moroz M.V. The method of redundant design schemes and the method of contour minimization of group water supply and sewerage systems | 60 |
| Slobodchikova N.A. State of the regional and local road network in the Baikal Region | 74 |
| Fiyashko K.S., Krivogina D.N. A method for a comprehensive assessment of the ecological component of the environment based on a case study of the Kirovsky district of the Perm city | 84 |
| Tshovrebov E.S., Niyazgulov U.D. Conceptual directions in the development of life support engineering and technical systems in an urban economy in the field of waste management | 94 |
| Chupin V.R., Dushin A.S. Assessment and improvement of the operational reliability of the water supply and distribution system in the Irkutsk-II microdistrict of the Irkutsk city | 112 |
| Shelekhov I.Yu., Dorofeeva N.L., Kazazaeva A.Yu. Study of thermodynamic processes in a concrete mixture hardening in winter conditions | 126 |

ARCHITECTURE. DESIGN

| | |
|--|-----|
| Goroshkina S.M., Druzhinina I.E. Architectural environment for an inclusive camp for children with disabilities | 134 |
| Zolotareva M.V. Legislative foundations of architectural and construction activity in the first half of the 19th century | 144 |
| Lyapin A.A., Gulyaeva K.O. Folk wooden architecture of the Olkhon coast of Lake Baikal | 154 |
| Sidorova A.A., Kozlov V.V. Reconstruction of the park zone of Lake Molodezhnoye (Usolye-Sibirskoye city) | 166 |
| Khokhrin E.V., Smolkov S.A. Strategies and tactics of urban environment design in the context of the development of wooden buildings in the old city of Irkutsk | 174 |
| Yarovoi B.P. Architectural silhouette of the Irkutsk wooden Kremlin in the urban landscape. Preliminary experiments with graphic and mock-up reconstruction and computer modeling with reference to the historical location | 192 |



Методы корпоративного управления в жилищном строительстве

© Д.О. Володин

Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия

Резюме: Цель – систематизация методов корпоративного управления инвестиционно-строительной деятельностью в условиях нарастания проблем урбанизации и необходимости реализации новых подходов к постановке и осуществлению целей жилищного строительства. Комплектуемый методический инструментарий нацелен на обеспечение экономической эффективности деятельности крупных корпоративных структур, невозможной без стратегической фокусировки их деятельности. Систематизация методов корпоративного управления увязана автором с развитием корпоративных форм хозяйствования, все чаще приобретающих в настоящее время юридическую форму холдингов. Это следствие необходимости управления растущим количеством подразделений и чрезвычайным разнообразием хозяйственных операций, обслуживающих все этапы жизненного цикла недвижимости. Холдинг на практике является успешной формой разрешения базового противоречия между ростом количества хозяйственных единиц и сохранением необходимого уровня согласованности их действий. Последнее возможно лишь в условиях обоснованного принятия управленческих решений. С учетом особенностей функционирования строительных холдингов были проанализированы логика принятия управленческих решений, а также система методов стратегического управления. Среди них рассмотрены портфельные, аналитические, индикативные, расчетные и оценочные методы. Практическое использование совокупности методов корпоративного управления в условиях быстрого обновления перечня проблем и их приоритетности может стать существенно более эффективным в условиях расширения использования технологий распределенного реестра. Это позволит обеспечивать полноценное хранение данных по эксплуатации недвижимости на протяжении всего ее жизненного цикла. В целом расширение использования технологий блокчейна является необходимой мерой в условиях увеличения количества компаний-участников, специализирующихся на решении задач на различных этапах реализации проектов жилищного строительства.

Ключевые слова: корпоративное управление, методы принятия решений, единоличный исполнительный орган, холдинг, методы стратегического управления, система поддержки принятых решений, технологии распределенного реестра

Для цитирования: Володин Д.О. Методы корпоративного управления в жилищном строительстве. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 10–19. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-10-19>

Corporate management methods in housing construction

Dmitry O. Volodin

The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Abstract: The aim of this paper was to generalize corporate management methods of investment and construction activities in the context of increasing urbanization challenges and the need to implement new approaches to the goal setting and completion of housing construction. The methodology under development is aimed at ensuring the economic efficiency of large corporations, which task cannot be achieved without a strategic orientation of their activities. In this study, classification of corporate management methods was related to corporate business patterns, which are increasingly acquiring the form of holding structures. This is due to the need of managing a growing number of divisions and an infinite variety of business operations serving all stages of the life cycle of real estate projects. In practice, a holding is a successful resolution of the basic conflict between the growth of economic units and coherent preservation of their activities. The latter can only be achieved provided valid managerial decisions. The managerial decision-making logic and the methodology of strategic decisions were analysed as

regards to the operational peculiarities of holding structures. Among the methods of strategic decision-making, particular attention was paid to portfolio, analytical, indicative, calculation and estimating methods. Practical application of corporate management methods in the context of emerging challenges and their prioritization can be essential under an increasing popularity of block chain technologies. This will enable storage of data on the maintenance of real estate facilities throughout their life cycle. Generally, the extended use of block chain technologies is a necessary step among an increasing number of corporate participants focused on problem solving at different implementation stages of housing construction projects.

Keywords: corporate management, decision-making methods, individual executive body, holding, strategic management methods, decision support system, distributed registry technologies

For citation: Volodin DO. Corporate management methods in housing construction. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):10–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-10-19>

Введение

Системные изменения в сфере жилищного строительства, связанные с его законодательным обеспечением, в конце второго десятилетия XXI в. потребовали теоретического переосмысления основ корпоративного управления инвестиционно-строительной деятельностью. Его цели и методы претерпевают огромные изменения в нарастающих, начиная со второй половины XX в., процессах урбанизации. Урбанизация рядом ученых [1–4] идентифицируется как проблема века. Именно этот процесс изменяет модели жизнедеятельности. В их эпицентре – требования к жилью. Его создание, эксплуатация и ликвидация – прямое следствие изменения структуры и масштаба потребностей. В этом контексте корпоративное управление нацелено на решение социальных задач. Исследование проблем урбанизации должно учитывать социально-политические и мировоззренческие предпосылки [5]. Вместе с тем решение выделенного типа проблем требует, с одной стороны, учета объективных законов развития города и разработки методического обеспечения их реализации, осуществляемой строительными компаниями, – с другой. Их формат в настоящее время существенно меняется. Так, малые и средние строительные организации фактически оказались вытесненными из строительного сегмента жилищного рынка [6]. Крупные строительные компании с функциями застройщиков по факту стали полноценными и единственными участниками строительства жилья, и решение задач, стоящих перед ними, требует новых подходов. Указанные подходы имеют, в первую очередь, отношение к построению системы корпоративного управления.

События последнего десятилетия убедительно свидетельствуют об ускорении цикли-

ческих изменений, сокращении фаз развития и в целом периода жизненного цикла объектов инвестиционно-строительной деятельности [7–9]. Стадии деловой активности зачастую наступают «не благодаря, а вопреки». Так, совокупное воздействие факторов внешней конъюнктуры, внутриэкономической ситуации, социальной напряженности и др., на первый взгляд, должно было едва ли не обрушить рынок жилой недвижимости [10]. Но пессимистические ожидания экспертного сообщества не оправдались. Развитие ипотечных программ в 2020 г. привело к буму в сфере ипотечного кредитования, которое, в свою очередь, подстегнуло деловую активность в сегменте жилищного строительства. Тем не менее, объективное удорожание сопутствующих застройке издержек, связанное с переходом к проектно-му финансированию, не изменяет смысловое содержание задачи обеспечения доступного жилья, которое, в свою очередь, обостряет проблему эффективного корпоративного управления.

В то же время научный подход к обоснованию направлений трансформации системы корпоративного управления до сих пор не сформирован, что требует исследования потенциала и выявления возможностей новейших методов в управлении строительными корпорациями. В частности, необходимо установить области применения методов моделирования, аналитических, индикативных, оценочных и возникших в последнее время информационно-коммуникационных, активно применяемых для принятия управленческих решений.

Методы

Говоря о методическом обеспечении корпоративного управления в современных условиях, акцентируем внимание, в первую очередь, на основных характеристиках современ-

ных корпораций [11]. Именно корпоративный центр выполняет функции субъекта управления, ответственного за регулирование ключевых корпоративных процессов, доверительное управление имуществом, инвестиционную деятельность, изучение рыночной конъюнктуры, посредническую, консультативную, маркетинговую и осуществление других видов деятельности. Необходимо отметить, что модель управляющих компаний в общих чертах была вынесена из международного опыта [12, 13]. В условиях России изначально использовалась генподрядная модель строительства, которая доминирует и в настоящее время. Ей присуще функционирование корпоративного центра по типу «управление группой», в рамках которой создается единоличный исполнительный орган. В гражданском праве РФ это лицо, единолично осуществляющее функции органа управления коммерческой или некоммерческой организацией, подотчетное высшему органу управления и осуществляющее текущее руководство деятельностью соответствующей организации. Главное предназначение единоличного исполнительного органа – исполнение решений высшего органа управления организацией, как правило, зафиксированной в учредительных документах.

Единоличный исполнительный орган:

1) без доверенности действует от имени общества, в том числе представляет его интересы и совершает сделки;

2) выдает доверенности на право представительства от имени общества, в том числе доверенности с правом передоверия;

3) издает приказы о назначении на должности работников общества, об их переводе и увольнении, применяет меры поощрения и налагает дисциплинарные взыскания;

4) осуществляет иные полномочия, не отнесенные к ФЗ «Об обществах с ограниченной ответственностью» или уставом общества к компетенции общего собрания участников общества, совета директоров (наблюдательного совета) общества и коллегиального исполнительного органа общества.

Современный формат построения корпоративного центра в сфере недвижимости все чаще принимает юридическую форму холдингов. Их бурное развитие обусловлено следующими причинами:

1. Необходимостью управления растущим количеством подразделений и чрезвычайным разнообразием хозяйственных операций, обслуживающих все этапы жизненного цикла недвижимости. Холдинг на практике является успешной формой разрешения базового про-

тиворечия между ростом количества хозяйственных единиц и сохранением необходимого уровня согласованности их действий.

2. Возможностью реализации синергетического эффекта за счет слияний, поглощений и присоединений хозяйственных единиц к интегрированной корпоративной структуре, как правило, не только проектирующей и строящей различные виды объектов недвижимости, локализованных в различных регионах, но и эксплуатирующей их.

3. Высоким потенциалом оптимизации финансового и налогового планирования с учетом возможностей внутрикорпоративных схем финансового и налогового планирования с целью поиска дополнительных финансовых ресурсов, в том числе за счет минимизации налогообложения в рамках действующего законодательства.

Особенности холдингов как разновидности интегрированных корпоративных структур обусловлены, прежде всего, тем, что они объединяют связанные между собой экономически зависимые, но сохраняющие юридическую самостоятельность предприятия (компании). В самом распространенном в РФ виде холдинг представляет собой акционерную компанию, владеющую контрольным пакетом акций, входящих в холдинг предприятий. Холдинг по существу является управляющей компанией и выполняет функции централизованного руководства группой компаний. Степень централизации управленческих, производственных, научно-технических функций, механизмы регулирования финансовых потоков и инвестиций, формы и методы контроля могут существенно различаться [14, 15]. Основные отличительные особенности холдинга заключаются:

– в преобладании вертикальных связей управления и контроля (головное предприятие / управляющая компания – дочерние предприятия);

– полной или частичной интеграции сфер деятельности предприятий холдинга;

– сохранении юридической самостоятельности объединяемых предприятий;

– наличии корпоративного центра (главного собственника), осуществляющего функции контроллинга.

Важно понимать, что едва ли не определяющей особенностью функционирования строительных холдингов в современных условиях является адекватная стратегическая фокусировка деятельности, что предопределяет характер целей корпоративного управления. Цели, прежде всего, являются стратегическими. Логика их достижения приведена на рис. 1.



Рис. 1. Логика принятия управленческих решений в строительном холдинге
Fig. 1. The logic of decision-making management in a construction holding

На каждом смыслодержающем этапе процесса принятия решений необходимо использовать определенные методы, научный арсенал которых должен позволить определить:

- 1) характер операций и виды деятельности холдинга;
- 2) степень диверсификации деятельности холдинга;
- 3) региональную локализацию деятельности;
- 4) стратегические цели и тактические задачи;
- 5) степень интегрированности компаний, входящих в холдинг;
- 6) потенциал интеграции деятельности;
- 7) структуру компетенций и качество «человеческого капитала»;
- 8) риски потери управляемости, а также консервации отношений управления.

Исследование применяемых в отечественной и зарубежной практике методов принятия управленческих решений в корпоративных структурах холдингового типа [16, 17] показало, что качество решений, особенно стратегических, существенно зависит от эксперименталь-

ной проверки работоспособности того или иного метода (рис. 2). Выбор метода на практике, как правило, осуществляется в экспериментальном порядке. В то же время экспериментально апробировать все методы невозможно. Именно поэтому так востребовано игровое и ситуационное моделирование, позволяющее очертить пространство возможных вариантов расселения, плотности застройки, использования земельных ресурсов, транспортных схем и др. Проанализируем область применения представленных на рис. 2 методов.

Совокупность портфельных методов отличается нацеленность на обеспечение сбалансированности хозяйственных единиц (объектов недвижимости, находящихся в управлении, или подразделений и др.). Локализация хозяйственной единицы в той или иной экономически эффективной рыночной нише позволяет сформировать *стратегическую зону хозяйствования*. В ходе сравнительного анализа управляющая компания оценивает перспективы зон, распределяет или перераспределяет финансовые ресурсы между зонами. В результате анализа строятся портфельные матрицы.

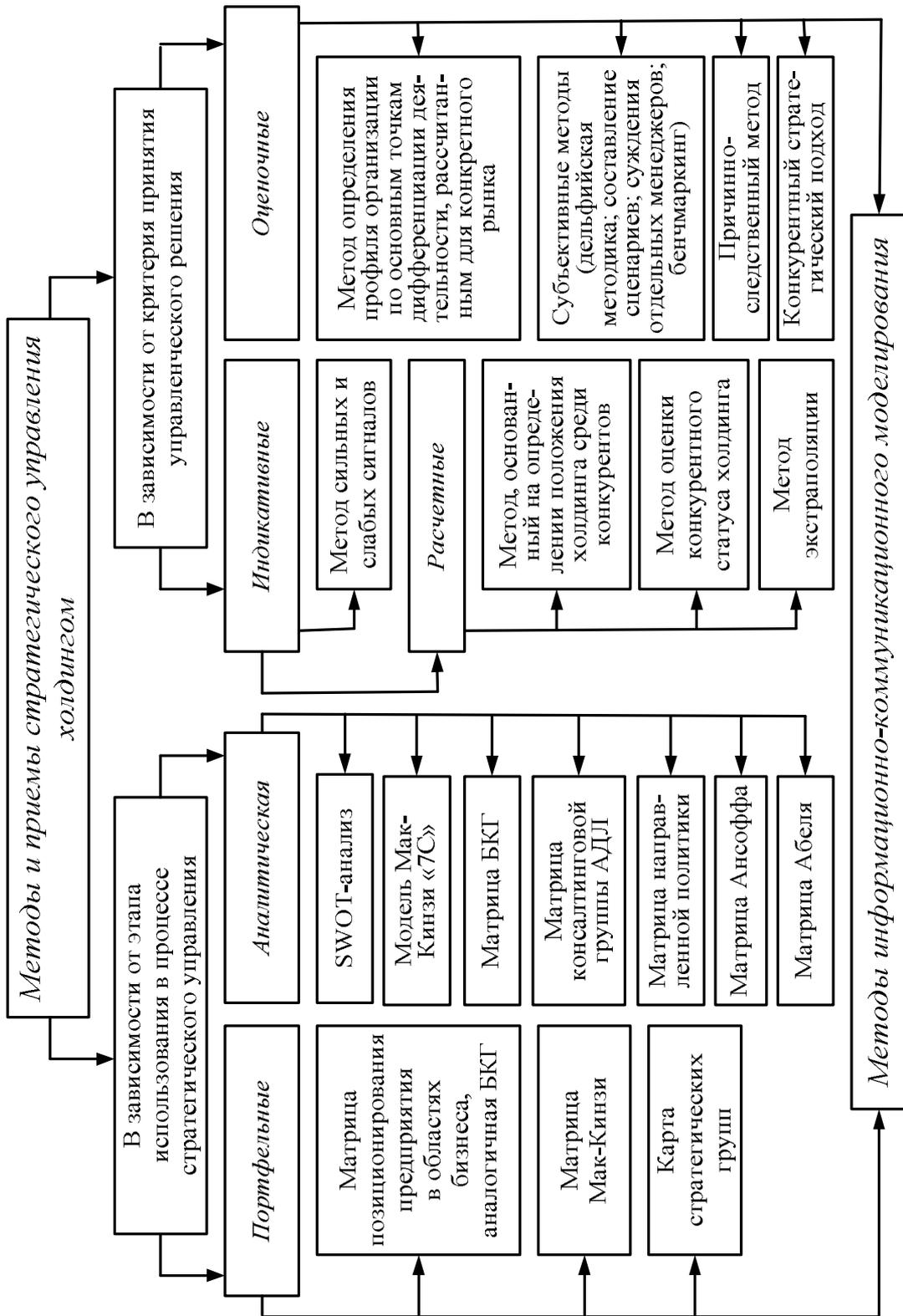


Рис. 2. Методы и приемы стратегического управления холдингом
Fig. 2. Methods and techniques of strategic management of the holding

На практике портфельный анализ проводится с учетом ряда стратегических составляющих. И. Ансофф [18] выделяет:

1) формирование вектора роста в направлении сочетания имеющихся и новых рынков, новых и зарекомендовавших себя в том или ином рыночном сегменте продукции и услуг;

2) характеристику конкурентных преимуществ (по критериям ускорения ввода продукции или услуги на рынок, минимизация затрат и др.);

3) потенциал синергизма как получение дополнительного экономического эффекта в результате взаимодействия тех или иных факторов производства;

4) адаптивность портфеля, позволяющую его реструктурировать.

Для обоснования стратегических решений важнейшее значение имеют аналитические методы. Это, в первую очередь, SWOT-анализ деятельности строительного холдинга во всех функциональных пространствах внутренней среды объекта управления с выделением его сильных и слабых сторон относительно конкурентов, что важно для выявления возможностей и угроз конкурентной рыночной среды. Модель Мак-Кинзи «7С» позволяет, кроме того, осмыслить основные внутренние факторы, влияющие на деятельность строительного холдинга в области противодействия конкурентным силам и др.

Исследование аналитических методов показало, что они базируются на использовании разнообразных критериальных подходов как в части категории строительной продукции и видов недвижимости, так и в региональной и сегментно-рыночной локализации. Также для аналитических методов характерен матричный формат. Матрицы БКГ, «Дженерал Электрик-МакКинзи», а также матрица консалтинговой компании Артур Д. Литтл, матрица направленной политики компании Шелл, матрица Ансоффа, матрица Абея и др. дают возможность в рамках строительного холдинга выявить наиболее перспективные направления деятельности, очертить зоны стратегической инвестиционной активности с целью максимизации синергетического эффекта по всему комплексу строящихся объектов [19, 20].

В последнее время активно развиваются различные типы оценочных методов. В частности, методы определения профиля строительного холдинга по основным направлениям деятельности. На практике они рассчитываются для конкретного рынка с использованием балльных оценок. Широко используются методы экспертного опроса. В их рамках наиболее

распространена дельфийская методика независимого опроса членов группы экспертов с дальнейшим циркулярным ознакомлением для достижения группового консенсуса [21]. В ряде случаев используется сценарный подход с элементами моделирования. Методы, базирующиеся на выделении причинно-следственных связей, позволяют использовать регрессионные математические методы, строить причинно-следственные диаграммы, использовать нейросетевые модели. Наиболее популярными и практико-ориентированными из причинно-следственных методов в настоящее время являются диаграммы К. Исикавы. Применительно к функционированию управляющей компании холдинга отметим многовариантность причин и следствий, отличающихся в том числе по стадиям жизненного цикла холдинга. Многовариантный характер возможных альтернатив позволяет холдингу, во-первых, реализовывать многопродуктовый подход, комбинировать различные виды инвестиций, а также фокусироваться на отдельных, наиболее выгодных, имеющих стратегическое преимущество сегментах рынка недвижимости.

В отличие от субъективных оценочных методов, *расчетные методы* позволяют максимально приближаться к объективным суждениям. К их числу относятся:

– во-первых, методы, основанные на определении положения холдинга среди конкурентов. В деятельности строительных холдингов в ряде компаний используется сравнительный подход уровня фактической рентабельности хозяйствования с его оптимальным значением. В его основе расчет коэффициента по формуле

$$k = \frac{R_c}{R_o} = \frac{O_{KB}^c - O_{KB}^k}{O_{KB}^o - O_{KB}^k} \cdot \alpha, \quad (1)$$

где k – коэффициент отношения уровня рентабельности холдинга и его конкурента; R_c – ожидаемая рентабельность; R_o – оптимальный уровень возможной рентабельности; O_{KB}^c – объем фактических стратегических капиталовложений холдинга; O_{KB}^k – объем капиталовложений, соответствующий критической точке (максимум возможностей); O_{KB}^o – оптимальный объем капиталовложений; α – стратегический норматив. При приближении к оптимальной стратегии холдинга его мобилизационные возможности и конкурентный статус будут определяться отношением вложений в данную стратегическую область хозяйствования к тому уровню, который нужен для выхода на оптимальную рентабельность;

– во-вторых, метод оценки конкурентного статуса холдинга как средневзвешенных экспертных значений факторов внутренней среды

предприятия;

– в-третьих, метод экстраполяции. Экстраполяционные методы предполагают экстраполяцию кривой зависимости интересующей величины от времени из прошлого в будущее. Эти методы основаны на предположении, что будущие события полностью определяются прошлыми.

Очевидно, что экстраполяция дает условные результаты в условиях нестабильности и неопределенности внешних факторов. В силу этого успешное применение экстраполяционных методов ограничено решением задач определения трендов (наиболее общих тенденций развития) или сезонных колебаний (зависимости спроса от времени года). Индикативные методы представлены чаще всего методом сильных и слабых сигналов. Холдинг должен стремиться предвидеть воздействия внешней среды и пытаться заранее на них реагировать, минимизируя возможный ущерб или максимизируя

возможную прибыль. Проблемы, которые уже выявлены, являются определенными по сильным сигналам, т.е. по достоверным фактическим данным. Те проблемы, информация о которых не является относительно полной и/или достоверной, называются возможными проблемами. Они идентифицируются по слабым сигналам, предполагая активное реагирование до их наступления. Процесс принятия решений в условиях сильных и слабых сигналов представлен на рис. 3, из которого следует, что возникающие задачи могут подразделяться:

- на срочные и приоритетные, требующие немедленного рассмотрения;
- средней срочности, которые могут быть решены в пределах следующего планового цикла;
- второстепенные, требующие постоянного контроля;
- незначительные, не заслуживающие дальнейшего рассмотрения.

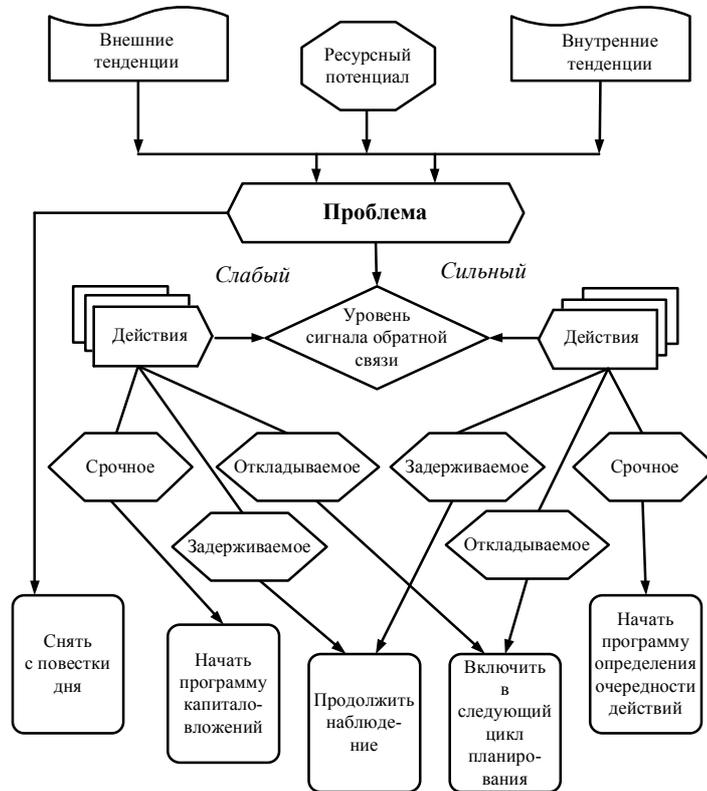


Рис. 3. Процесс принятия решений в условиях сильных и слабых сигналов
 Fig. 3. Decision-making process in the conditions of strong and weak signals

По мере необходимости задачи передаются для изучения и принятия решения либо существующим подразделениям холдинга, либо в случае необходимости специально создаваемым. Опыт показал, что перечень задач и их значение постоянно изменяется. Также в рамках холдинга его руководством периодически пересматриваются и обновляются списки проблем и степени их приоритетности. Процессы

корректировок перечня проблем и состава задач ускоряются в зависимости от фазы развития национальной экономики. Именно поэтому в последнее время актуализируются прикладные аспекты технологий блокчейна (технологии распределенного реестра), позволяющие обеспечивать полноценное хранение данных по эксплуатации недвижимости на протяжении всего ее жизненного цикла [22–25]. Расширение ис-

пользования технологий блокчейна обусловлено рядом причин, но едва ли не главной из них является увеличение количества компаний-участников, специализирующихся на решении узкопрофильных задач, таких как установка оборудования и др. Это приводит к значительному росту объема обмениваемой информации как внутри, так и вне холдинга.

Результаты и их обсуждение

Анализ методического обеспечения корпоративного управления показал, что система поддержки принятия решений, средства коммуникации и организации совместной деятельности подразделений и служб холдинга являются неотъемлемыми элементами эффективного стратегического управления в рамках концепции «управления группой» [26]. Так, управление юридически значимой проектной информацией позволяет управляющей компании регулировать споры и разногласия, возникающие среди многочисленных участников реализации инвестиционно-строительных проектов. Для этого используются, к примеру, копии блокчейн-проектов, позволяющие удостовериться в параметрах взятых взаимных обязательств.

В развитии использования портфельных, оценочных и расчетных методов обратим внимание на ряд инновационных проектов, реализуемых в области использования технологий

распределенного реестра, таких как:

– BUILD1X – платформа мгновенных платежей и проектного финансирования в строительной отрасли;

– SQUAREX – платформа, реализуемая в настоящее время российскими разработчиками и позволяющая инвесторам безопасно приобретать объекты недвижимости уже на ранних стадиях строительства и др.

Это свидетельствует о том, что методы и технологии распределенного реестра (DLT) в среднесрочной перспективе будут успешно использовать всю совокупность методов и интегрироваться в базовую информационно-технологическую инфраструктуру, обеспечивающую реализацию проектов холдинга.

Заключение

Взаимосвязь и взаимозависимость рассмотренных методов и приемов стратегического управления проявляется в их совместном использовании для решения всех типов задач по достижению основной стратегической цели холдинга – обеспечения роста доходности его собственников. Применение множества методов, формализующих и сохраняющих информацию, обусловлено сложностью структурного построения и дивизиональным характером организационно-экономического взаимодействия внутри холдингов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов В.С., Сарченко В.И., Лаптева А.В., Шишацкий Н.Г., Ефимов А.В., Брюханова Е.А. Город – идея и практика: монография. Красноярск: СФУ, 2019. 522 с.
2. Ткаченко А.А. Современная урбанистика как инструмент формирования новой модели и алгоритма брендинга территорий // Инновации и инвестиции. 2019. № 4. С. 321–326.
3. Замятин П.В., Тарасов Е.Н. Урбанистика как политический и концептуально-идеологический механизм регулирования городского планирования и благоустройства // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1933.
4. Sakhno E.Yu., Moroz N.V., Ponomarenko S.I. Use of the urban logic theory with development projects management // Науковий вісник Полісся. 2018. № 3 (15). С. 119–126. [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2018-3\(15\)-119-126](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2018-3(15)-119-126)
5. Forrester J.W. Urban Dynamics. M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1969. 290 p.
6. Peshkov V. The building complex of the region in the aspect of implementing the main directions of the strategy for the development of the housing sector // Web of MATEC Conferences. electronic edition. 2018. С. 04010. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821204010>
7. Лескина Н.А., Гоштынар А.С., Бижанов С.А. Жизненный цикл объектов строительства и управление недвижимостью // Символ науки: международный научный журнал. 2016. № 1-1 (13). С. 132–136.
8. Vertakova Yu., Plotnikov V. Innovative and industrial development: specifics of interrelation // Економічний часопис-XXI. 2016. № 1-2 (156). С. 37–40. <https://doi.org/10.21003/ea.V156-0008>
9. Vertakova Yu., Plotnikov V. Problems of sustainable development worldwide and policies for green economy // Економічний часопис-XXI. 2017. № 7-8 (166). С. 4–10. <https://doi.org/10.21003/ea.V166-01>
10. Яськова Н.Ю. Логика факторного анализа в условиях вариативной среды развития (методологический аспект) // Вестник МГСУ. 2016. № 3. С. 144–151.
11. Развитие инвестиционно-строительных процессов в условиях глобализации / под общ. ред. Н.Ю. Яськовой. М.: ИПО «У Никитских ворот», 2009. 520 с.
12. Tricker R.I. Corporate Governance. Aldershot, Gower, 1984. 319 p.

13. Flaherty J.J., et al. Enterprise Risk Management – Integrated Framework [Электронный ресурс] // Committee of Sponsoring Organizations. URL: http://www.coso.org/documents/COSO_ERM_ExecutiveSummary.pdf (20.01.2021)
14. Strong R., Proctor L., Tang J., Zhou R. Signpost Generation in Strategic Technology Forecasting // Proc. 16 th International Conference for the International Association of Management Technology (January 2007). 2007. p. 2312–2331.
15. Veryzer R.W. Discontinuous innovation and the new product development process // Product Innovation management. 2008. № 15 (4). P. 304–321. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1540304>
16. Алексеева Т.Р., Яськова Н.Ю., Родионов П.Н. Развитие инструментов модернизации строительного комплекса. М.: АСВ, 2016. 168 с.
17. Яськова Н.Ю. Тенденции развития строительных корпораций в новых условиях // Научное обозрение. 2013. № 6. С. 174–178.
18. Ansoff H.I., McDonnell E.J. The New corporate strategy. Wiley, 1988. 258 p.
19. Cooper R.G. The strategy-performance link in product innovation // R&D Management. 2007. Т. 14. № 4. С. 247–259. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.1984.tb00521.x>
20. Закиров Т.И. Строительный холдинг как организационная форма управления строительно-промышленной интеграцией в регионе // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 11(83). С. 49.
21. Яськова Н.Ю. Методологические аспекты учета принципа цикличности в исследовании экономических явлений строительной сферы // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 6 (105). С. 680–686. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.6.680-686>
22. Yuanyu Zhang, Shoji Kasahara, Yulong Shen, Xiaohong Jiang, Jianxiong Wan. Smart Contract-Based Access Control for the Internet of Things // IEEE Internet of Things Journal. 2018. № 6 (2). P. 1594–1605. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2847705>
23. Чемарина А.В., Шеблык А.Г. Перспективы развития технологии блокчейн в России // Colloquium-journal. 2019. № 2-1 (26). С. 59–60.
24. Юшин И.В. Технология «блокчейн» в современной экономике: проблемы и перспективы // Этносоциум и межнациональная культура. 2018. № 9 (123). С. 25–36.
25. Султанова М.К. Технология блокчейн в финансовой сфере и корпоративном управлении // Человек. Общество. Инклюзия. 2018. № 3 (35). С. 52–56.
26. Яськова Н.Ю., Волошин А.В. Административный контекст городского развития // Недвижимость: экономика, управление. 2016. № 1. С. 12–17.

REFERENCES

1. Efimov VS, Sarchenko VI, Lapteva AV, Shishat-sky NG, Efimov AV, Bryukhanova EA. City – idea and practice. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2019. 522 p. (In Russ.)
2. Tkachenko AA. Modern urban studies as an instrument for shaping a new model and algorithm of branding areas. *Innovatsii i investitsii*. 2019;4:321–326. (In Russ.)
3. Zamyatin PV, Tarasov EN. Urbanism as a political and conceptual and ideological mechanism of regulation of urban planning and beautification. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2015;1-1:1933. (In Russ.)
4. Sakhno EYu, Moroz NV, Ponomarenko SI. Use of the urban logic theory with development projects management. *Naukovii visnik Polissya = Scientific bulletin of Polissia*. 2018;3:119–126. [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2018-3\(15\)-119-126](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2018-3(15)-119-126)
5. Forrester JW. Urban Dynamics. M.I.T. Press, Cambridge Mass., 1969. 290 p.
6. Peshkov V. The building complex of the region in the aspect of implementing the main directions of the strategy for the development of the housing sector. Web of MATEC Conferences. electronic edition. 2018. P. 04010. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821204010>
7. Leskina NA, Goshtynar AS, Bizhanov SA. Life cycle of construction objects and property management. *Symbol of Science: international scientific journal*. 2016;1-1(13):132–136. (In Russ.)
8. Vertakova Yu, Plotnikov V. Innovative and industrial development: specifics of interrelation. *Ekonomichnii chasopis-XXI = Economic Annals-XXI*. 2016;1-2(156):37–40. <https://doi.org/10.21003/ea.V156-0008>
9. Vertakova Yu, Plotnikov V. Problems of sustainable development worldwide and policies for green economy. *Ekonomichnii chasopis-XXI = Economic Annals-XXI*. 2017;7-8(166):4–10. <https://doi.org/10.21003/ea.V166-01>
10. Yas'kova NYu. Logic of factorial analysis under the conditions of variative development environment (methodological aspect). *Vestnik MGSU*. 2016;3:144-151. (In Russ.)
11. Development of investment and construction processes in the context of globalization / under total. ed. N.Yu. Yaskovoy. Moscow: IPO "At Nikit-skiye Vorota"; 2009. 520 p. (In Russ.)
12. Tricker RI. Corporate Governance. Aldershot: Gower; 1984. 319 p.

13. Flaherty JJ, et al. Enterprise Risk Management – Integrated Framework. *Committee of Sponsoring Organizations (Coso)*. Available from: http://www.coso.org/documents/COSO_ERM_ExecutiveSummary.pdf [Accessed 20th January 2021]
14. Strong R, Proctor L, Tang J, Zhou R. Signpost Generation in Strategic Technology Forecasting. *Proc. 16th International Conference for the International Association of Management Technology (IAMOT-2007)*. January 2007. p. 2312–2331.
15. Veryzer RW. Discontinuous innovation and new product development process. *Product Innovation management*. 2008;15(4):304–321. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1540304>
16. Alekseeva TR, Yaskova NYu, Rodionov PN. Development of tools for modernization of the building complex. Moscow: Publ. House of the Association of Civil Engineering Universities; 2016. 168 p. (In Russ.)
17. Yaskova NYu. Development tendencies of construction corporations in new conditions. *Nauchnoe obozrenie*. 2013;6:174–178. (In Russ.)
18. Ansoff HI, McDonnell EJ. The New corporate strategy. Wiley, 1988. 258 p.
19. Cooper RG. The strategy-performance link in product innovation. *R&D Management*. 2007;14(4):247–259. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.1984.tb00521.x>
20. Zakirov TI. Construction holding as an organizational form of management of construction and industrial integration in the region. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2015;11(83):49. (In Russ.)
21. Yaskova NYu. Methodological Aspects of Economic Events Cyclicity Method Consideration. *Vestnik MGSU*. 2017;12(6):680–686. (In Russ.) <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.6.680-686>
22. Yuanyu Zhang, Shoji Kasahara, Yulong Shen, Xiaohong Jiang, Jianxiong Wan. Smart Contract-Based Access Control for the Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*. 2018;6(2):1594–1605. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2847705>
23. Chemarina AV, Shcheblykin AG. Prospects of development of blockchain technology in Russia. *Colloquium-journal*. 2019;2-1:59–60. (In Russ.)
24. Yushin IV. Blockchain technology in the modern economy: prospects and vulnerabilities entailed. *Etnosotsium i mezhnatsional'naya kul'tura*. 2018;9:25–36. (In Russ.)
25. Sultanova MK. Blockchain technology in the financial sphere and corporate management. *Chelovek. Obshchestvo. Inklyuziya = Human. Society. Inclusion*. 2018;3:52–56. (In Russ.)
26. Yas'kova NYu, Voloshin AV. Administrative context of city development. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real estate: economics, management*. 2016;1:12–17. (In Russ.)

Сведения об авторе

Володин Дмитрий Олегович,
магистрант,
Российская академия народного хозяйства и
государственной службы при Президенте
Российской Федерации,
119571, г. Москва, пр-т Вернадского, 82, Россия,
✉e-mail: noc@email.su
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5464-0175>

Заявленный вклад автора

Автор провел исследования, подготовил статью к публикации и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 18.01.2021.
Одобрена после рецензирования 16.02.2021.
Принята к публикации 18.02.2021.

Information about the author

Dmitry O. Volodin,
Master's degree student,
The Russian Presidential Academy of National
Economy and Public Administration,
82 Vernadskogo Av., Moscow, 119571, Russia,
✉e-mail: noc@email.su
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5464-0175>

Contribution of the author

The author has conducted the study, prepared the article for publication and bears the responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by the author.

The article was submitted 18.01.2021.
Approved after reviewing 16.02.2021.
Accepted for publication 18.02.2021.



Воспроизводство человеческого капитала в целях эффективного развития цифровых технологий («умный город»)

© В.Ю. Конюхов¹, К.Н. Чиган¹, Е.А. Лещенко¹, О.С. Шилова²

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

²Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель работы заключается в определении профессий, необходимых для формирования смарт-города, а также в выявлении рисков, сопутствующих созданию таких городов. В процессе исследования был использован рыночный (сравнительный) подход для анализа цифровых технологий, а также специальностей, оптимально подходящих для Индустрии 4.0. Определено, что у «умного города» имеется несколько осей его деятельности в рамках единого городского пространства: «умная экономика», «умная среда», «умные люди», «умные технологии». Выявлено, что для реализации и снижения рисков при создании такой сложной системы нужны изменения в сфере образования, в результате которых возникнет много новых отраслей и профессий, задействованных в сфере цифровизации и «умных городах», начиная от биоинформатика для образования и применения вычислительных методов и администратора медицинского IT до информатика-фармаколога, деятельность которого зависит от «больших данных». Для планирования деятельности по созданию «умных городов» необходимо повысить показатели энергоэффективности инженерных систем города, эффективность школ, общественной безопасности и т.п., уровень жизни населения. Чтобы достичь всех поставленных целей для создания «умного города» нужно обращать внимание на тщательную подготовку специалистов, что включает в себя введение новых специальностей в университеты, постоянную переподготовку и обучение, создание новых рабочих мест, в основном в стандарте *smart working*, формирование нужной среды для комфортного и эффективного развития, включая бизнес-среду для реализации инноваций.

Ключевые слова: индустрия 4.0, умный город, смарт-инфраструктура, единая сеть, новые профессии

Для цитирования: Конюхов В.Ю., Чиган К.Н., Лещенко Е.А., Шилова О.С. Воспроизводство человеческого капитала в целях эффективного развития цифровых технологий («умный город»). *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 20–27. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-20-27>

Reproduction of human capital for efficient digital development (“smart city”)

Vladimir Yu. Konyukhov, Kristina N. Chigan, Elena A. Leshchenko, Olga S. Shilova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Abstract: This research aims to identify professions necessary for the formation of smart cities, as well as risks associated with the emergence of such entities. We applied a market (comparative) approach for the analysis of digital technologies and professions suitable for Industry 4.0. It was found that a “smart city” has several interrelated dimensions: “smart economy”, “smart environment”, “smart people” and “smart technologies”. In order to reduce risks when building such a complex system, significant changes to the education system are required. Due to these changes, many professions and industries involved in the field of digitalization and “smart cities” will be created. These professions may range from specialists in bioinformatics and operators, who form and apply computational methods, to those working in the field of cyber pharmacy with big data. Planning of “smart cities” requires improved living standards, including energy efficient utilities, educational performance, public safety, etc. To implement the concept of “smart city” in a comprehensive way, it is important to provide high-quality training and retraining of specialists, introduce new specialties in universities, generate em-

ployment mainly in smart working and establish an ongoing environment, including the business one, for boosting innovations.

Keywords: industry 4.0, smart city, smart infrastructure, unified network, new technologies

For citation: Konyukhov VYu, Chigan KN, Leshchenko EA, Shilova OS. Reproduction of human capital for efficient digital development ("smart city"). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):20–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-20-27>

Введение

Промышленность за последние 250 лет претерпевала значительные изменения, затрагивавшие все сферы деятельности человека: экономическую, политическую, финансовую, социальную и т.д. На сегодняшний день специалисты выделяют четыре промышленных революции, вызвавшие кардинальные изменения и социальные перевороты.

Первая революция основывается на новаторствах в производстве чугуна, паровых двигателях и развитии текстильной промышленности, вторая базируется на производстве высококачественной стали, распространении железных дорог, электричества и химикатов, третья представляет собой повсеместный переход от аналоговых технологий к цифровым, коренные изменения, связанные с широким распространением информационно-коммуникационных технологий [1].

Также ученые выделяют четвертую промышленную революцию, так называемую Индустрию 4.0, которая основывается на четырех китах:

- виртуальное пространство;
- отсутствие центрального органа;
- совместимость (быстрый онлайн-контакт между людьми и автоматизированными смарт-системами);
- работа в режиме реального времени.

Заметим, что выше указанное является не просто цифровыми технологиями с аппаратно-программным обеспечением, а целой интегрированной системой «умного производства», базирующейся на сети интернета вещей и услуг, которые оказывают колоссальное влияние на экономику и общество в целом. Также во время четвертой промышленной революции происходят инновационные прорывы в областях, спектр которых довольно широк: от расшифровки ДНК до разработки нанотехнологий и квантового компьютера. Их синтез и взаимное проникновение отличают четвертую промышленную революцию от других [2].

Нейронные сети, нано- и биоинженерия, кибернетика – развитие этих направлений открывает совершенно новые горизонты: можно прогнозировать удивительное будущее, в котором люди благодаря генной инженерии смогут дольше жить, и наука позволит человеку заменять живые части тела на машины, протезы, вживлять микрочипы, клонировать организмы и т.д. При этом повысится занятость в творческой сфере, а промышленность будет направлена на индивидуализацию – люди сами смогут создавать нужный продукт, не выходя из дома.

Данная концепция изменяет основы развития фундаментальных экономик мировых стран. Важность предприятия отодвигается на второй план, на смену приходит парадигма муниципального образования как точка общественного роста [3]. Центром притяжения для такой экономики становится город. Причем показатели эффективности и реализации целей смещаются в сторону предприятий. Классические экономические показатели сменяются на другие, ориентированные на социум, основной идеей которых является гуманизм, индивидуализация, персонификация. Вследствие этого основной акцент делается на повышении уровня жизни населения и роли муниципальных образований, позволяющих создать сильное государство. В частности, муниципалитет рассматривается не как простая сумма валовых показателей затрат, а как их результат. На сегодняшний день, как показывает практика, большинство крупнейших городов развиваются гораздо быстрее мелких городов и их агломераций, а конкурентоспособность муниципалитета не сводится к конкуренции территории за ресурсы [4].

Методы

Для более комфортной для общества среды необходимо развивать города, причем главную роль здесь играют не конкуренция и трудовые ресурсы, а их эффективное использование, взаимодействие и активная интеграция интеллектуальных ресурсов.

Таким образом, осуществляется модернизация традиционных материальных элементов

городов в *smart city*, акцентирующие свое внимание на нематериальных параметрах и информации. Данное направление городского развития может применяться на практике для усовершенствования муниципального управления¹.

Эффективность городского сектора зависит как от его сетевой инфраструктуры, так и от качества знаний, социальной инфраструктуры для интеллектуального капитала, причем последнее играет решающую роль для конкурентоспособности города [5]. Именно объединение факторов традиционного города и информационно-коммуникационных технологий в рамках «умного города» даст резкий толчок для формирования экологического и социального капитала города (данный показатель отличает «умные города» от простых технологизированных образований и позволяет понять суть «умного города»).

В данной концепции инвестиции направлены на развитие информационно-коммуникационных технологий, транспорта без традиционного использования топлива, социального капитала и других городских сфер. Другими словами, «умный город» – это интегрированная система интеллектуального управления и ИКТ при участии граждан в развитии города. Данные показатели способствуют достижению высокой эффективности в управлении всеми видами ресурсов, а также позволят экономике города устойчиво развиваться и тем самым повышать качество жизни граждан [6].

К задачам городов такого типа

относятся:

- сбор и передача данных представителям управления;
- налаживание обратной связи между администрацией и горожанами, благоустройство среды;

- автоматизация деятельности без дополнительных аналитических навыков.

У «умного города» имеется несколько осей деятельности в рамках единого городского пространства:

- «умная экономика», включающая в себя формирование благоприятной инновационной среды и бесперебойную онлайн-систему;

- «умная среда», включающая мониторинг экобезопасности и участие граждан и администрации в поддержании экологичности города;

- «умные люди» – высококвалифицированные специалисты в области смарт-индустрии, а также граждане, активно адаптирующиеся к особенностям смарт-города;

- «умные технологии» – совокупность высоких технологий с высокой степенью синергии и большим количеством обратных связей (электрокары, «умные дома», «умные приборы» и т.д.);

- «умное управление», включающее в себя особую систему коммуникации между жителями и муниципалитетом, информационная открытость власти (рисунок) [7].



Части интегрированной системы «умного города»
Parts of the integrated “Smart City system”

¹Шалагинов А. Как построить «умный город»: опыт Huawei [Электронный ресурс]. URL: http://www.cnews.ru/articles/2015-09-14_kak_postroit_umnyj_gorod_opyt_huawei (20.10.2020).

Данные направления должны вступить в синтез с традиционными теориями городского роста и развития для формирования модели цифрового города².

Так как основным источником управления такими городами являются данные о населении, то цифровые города непрерывно улучшают функции обработки и обновления сведений при помощи интегрированных датчиков: они собирают информацию, и после ее анализа происходит оптимизация процесса работы систем [8].

При всех очевидных достоинствах у такой системы есть риски:

- утечки данных (взлом системы и кража данных, начиная от муниципалитета и заканчивая личными данными человека);
- технической неисправности (случайные или целенаправленные сбои в системе, которые могут нарушить работу всего города);
- возникновения катастрофических инцидентов (аварийные и чрезвычайные ситуации);
- электронного неравенства (постоянное обновление девайсов и невозможность для некоторых людей приобрести их);
- снижения культурного развития;
- полной зависимости от техники (что может отучить человека от самостоятельности);
- снижения уровня образования (потеря координации, цифровое слабоумие, проявляющееся в нарушении внимания и т.д.).

Помимо вышперечисленного, на данный момент у специалистов по созданию «умных городов» нет единой платформы для сбора и анализа данных. У нас есть множество носителей информации (телефоны, ноутбуки, поисковые системы и т.д.), с помощью которых мы собираем нужные данные. Но большинство информации, которую не знают, как использовать, не могут применить в работе с единой системой [9]. Еще одной проблемой является отсутствие определенных мощностей. Очевидны нехватка денежных средств, необходимость применения новейшего оборудования, а также создания мощных серверов для хранения большого количества информации.

Результаты и их обсуждение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что для создания и поддержания нормального функционирования данной системы нужны высококвалифицированные кадры, обучение населения, подготовка инфраструктуры. В России, как и в других странах, наиважнейшим оказывается уровень образования: чем он выше, тем выше способность общества адаптироваться к «умным технологиям» [10].

Необходимо учитывать, что интеллектуальный потенциал связан со знаниями, состоящими из инноваций и технологий. Именно такие знания дадут толчок к развитию массового интеллектуального общества, для которого ключевым фактором является потенциал связей как фактор успеха местного сообщества. Развитие городской среды предполагает четкое планирование при формировании «умного города», для которого необходимо создать устойчивую базу, которая будет состоять из следующего:

- университетов, в которых формируется основной процент специалистов, проводятся научные исследования и осуществляется профессиональное обучение;
- центров по созданию инноваций в сфере «умных технологий» (технопарки, бизнес-инкубаторы, бизнес-акселераторы, исследовательские проектные и конструкторские организации);
- центров поддержки предпринимательства во всем многообразии их форм;
- сформированной правовой базы в сферах цифровой экономики, поддержки инноваций и т.п. (инфраструктуры);
- мульти-кластера территорий для развития инновационного менеджмента;
- учебных центров для «умных городов»;
- различных консалтинговых центров для подготовки специалистов к «умным городам»;
- специальных интеллектуальных городов и тренинговых площадок для моделирования.

Данные сферы по подготовке позволят создать новые профессии, необходимые для формирования «умной среды», а также подготовить простых граждан к использованию ресурсов «умного города» [11].

Если говорить об образовательном процессе, то лучше всего подойдет старая схема слушатель-учитель, а дистанционное обучение лучше проводить по непрофильным направлениям и как курс для подготовки к цифровизации.

²Energy market reform in Europe [Электронный ресурс]. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/gx-er-energy-market-reform-in-europe.pdf> (20.10.2020).

Также при переходе к цифровому обществу необходим полный реинжиниринг управленческой культуры и системы формирования компетенций, а при приеме на работу специалистов нужно акцентировать внимание на молодежном кадровом резерве. Именно он поможет с поиском новых идей и подходов к решению задач³.

Чтобы не допустить проблем с переходом на цифровые города и не вызвать бурных социальных потрясений, нужно также вносить коррективы в системы формирования компетенций специалистов, вовлекаемых в процесс цифровизации.

В результате таких колоссальных изменений в сфере образования возникнет множество новых профессий, задействованных в области цифровизации и «умных городах»:

- планировщик «умных городов», основная деятельность которого состоит в моделировании больших данных и создании общегородских систем;
- геоинженер (инженерные проекты в области городского планирования по добыче полезных ископаемых);
- гидролог (оценка безопасности различных проектов для источников воды и оценка ее качества, проектирование очистных систем и водопроводов);
- инженер возобновляемой энергетики для адаптации возобновляемых источников энергии к городской системе и «умному дому»;
- аналитик переработки отходов для их анализа в качестве сырья;
- специалист по «умным сетям» электроснабжения для обслуживания городских проектов и сбора данных об энергопроизводстве и энергопотреблении городских объектов, а также автоматизации управления сетями;
- технолог цифровых бизнес-процессов;
- инженер по безопасности инновационных инфраструктур;

– инноватор в сфере цифровизации для продвижения данной отрасли и создания новых идей, продуктов, технологий и т.д. [12].

В области медицины также возникнут новые профессии: от биоинформатика для образования и применения вычислительных методов и администратора медицинского ИТ до информатика-фармаколога, деятельность которого зависит от «больших данных».

У России есть уникальные возможности по созданию своей smart-инфраструктуры с учетом того, что для каждого города необходим свой подход, их развитие протекает в рамках их истории, культуры, экономики и т.д. [13]. При создании «умных городов» нужно учитывать также косвенные факторы, помимо основных вышеперечисленных: постоянное привлечение инвесторов, жителей и туристов и создание для них благоприятной среды, экономику государства, растущую конкуренцию между городами и т.д.⁴

Заключение

«Умный город» позволяет сберечь до 30 % энергии, до 15 % потерь воды и сэкономить до 20 % времени пребывания в пути. Также он является прибыльным ресурсом, так как такие города приносят доход от развития ИТ-отрасли (приблизительно 1,5 трлн долларов в год).

Для планирования деятельности по созданию «умных городов» нужно повысить показатели энергоэффективности инженерных систем города, повысить эффективность школ, общественной безопасности и т.п., уровень жизни населения. Чтобы достичь всех поставленных целей для создания «умного города» нужно обращать внимание на тщательную подготовку специалистов, что включает в себя введение новых специальностей в университеты, постоянную переподготовку и обучение, создание новых рабочих мест, в основном в стандарте *smart working*, формирование нужной среды для комфортного и эффективного развития, в том числе бизнес-среды для реализации инноваций [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вебер М. Город / пер. М. Левиной. М.: StrelkaPress, 2018. 252 с. [Электронный ресурс]. URL: http://krotov.info/library/03_v/eb/er_07.html (20.10.2020).
2. Рот А., Зипманн Д., Грэф Н. Внедрение и развитие Индустрии 4.0: основы, моделирование и примеры из практики / пер.

с нем. под общ. ред. А.В. Кострова. М.: Техносфера, 2017. 293 с.

3. Energy market reform in Europe [Электронный ресурс]. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/gx-er-energy-market-reform-in-europe.pdf> (20.10.2020).

³Работа будущего: что такое умный город и какие специалисты ему нужны? [Электронный ресурс]. URL: <https://future.theoryandpractice.ru/12002-ie-smart-cities> (20.10.2020)

⁴Что такое «умный» город? [Электронный ресурс]. URL: <https://itunews.itu.int/ru/Note.aspx?Note=4231> (20.10.2020).

4. Таунсенд Э.М. Умные города: большие данные, гражданские хакеры и поиски новой утопии / пер. с англ. А. Шоломицкой. М.: Изд-во Института Гайдара, 2019. 400 с.
5. Ишкинева Г.Ф., Садырдинов Р.Р. Концепция «умный город»: проблемы и перспективы реализации в России. Saarbrücken: LAP Lambert Academic publishing GmbH&Co., 2014. 84 с.
6. Глейзер Э.Л. Триумф города: как наше величайшее изобретение делает нас богаче, умнее, экологичнее, здоровее и счастливее // Экономическая социология. 2013. Т. 14, № 4. С. 75–94.
7. Конюхов В.Ю., Непомнящая Е.С. Как новые технологии меняют принципы традиционной электроэнергетики // Техно-экономические проблемы развития регионов: материалы науч.-практ. конференции с международным участием (20 декабря 2018, г. Иркутск). Иркутск: Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2019. С. 32–35.
8. Лэндри Ч. Творческий город [Электронный ресурс] // 60 параллель. 2004. № 3 (14). URL: <http://www.journal.60parallel.org/ru/journal/2004/8/69> (20.10.2020).
9. Ермошенко Е.К., Конюхов В.Ю. Интеллектуальные сети smartgrid // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб.

- статей XVI Междунар. науч.-практ. конф. (27 апреля 2018 года, Пенза). Пенза, 2018. С. 75–77.
10. Овчинников А. Введение в проблематику Смарт Сити // Городские тактики. Городские теории. Смарт Сити. Альманах. 2015. № 7. С. 3–7.
11. Инюцын А.Ю. Умные технологии становятся доступнее для городов // Практика муниципального управления. 2017. № 2. С. 46–55.
12. Ермак С. Новая городская утопия. Конкуренентоспособность муниципалитетов [Электронный ресурс] // Эксперт-Урал. 2012. № 33 (521). С. 521. URL: <http://expert.ru/ural/2012/33/novaya-gorodskaya-utopiya/media/153605/> (20.10.2020).
13. Nam T., Pardo T.A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions [Электронный ресурс] // Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research. 2011. P. 282–291. URL: https://inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/dgo_2011_smartcity.pdf (20.10.2020).
14. Pierce P., Andersson B. Challenges with smart cities initiatives – A municipal decision makers' perspective [Электронный ресурс] // Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences. 2017. P. 2804–2813. URL: http://aisel.aisnet.org/hicss-50/eg/smart_cities_smart_government/3/ (20.10.2020).

REFERENCES

1. Weber M. The City. Moscow: Strelka Press; 2018. 252 p. Available from: http://krotov.info/library/03_v/eb/er_07.html [Accessed 20th November 2020]. (In Russ.)
2. Rot A, Zipmann D, Gref N. Implementation and development of Industry 4.0: basics, modeling and case studies. Moscow: Tekhnosfera; 2017. 293 p. (In Russ.)
3. Energy market reform in Europe. Available from: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/gx-er-energy-market-reform-in-europe.pdf> [Accessed 20th November 2020].
4. Townsend AM. Smart Cities. Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia. Moscow: Gaidar Institute; 2019. 400 p. (In Russ.)
5. Ishkineeva GF, Sadyrdinov RR. The Smart City Concept: Problems and Prospects for Implementation in Russia. Saarbrücken: LAP Lambert Academic publishing GmbH&Co.; 2014. 84 p. (In Russ.)

6. Glaeser EL. Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier. Ekonomicheskaya sotsiologiya = Economic Sociology. 2013;14(4):75–94. (In Russ.)
7. Konyukhov VYu, Nepomnyashchaya ES. How New Technologies Are Changing the Principles of Traditional Electricity. *Tekhniko-ekonomicheskie problemy razvitiya regionov: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. 20th December 2018, Irkutsk. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2019. p. 32–35. (In Russ.)
8. Landry C. The Creative City. *60 parallel'*. 2004;3(14). Available from: <http://journal.60parallel.org/ru/journal/2004/8/69> [Accessed 20th November 2020]. (In Russ.)
9. Yermoshenko EK, Konyukhov VYu. Intelligent networks smart grid. *Sovremennye tekhnologii: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sb. statei XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. conf. 27th April 2018, Penza. Penza; 2018.p. 75–77.* (In Russ.)

10. Ovchinnikov A. Introduction to Smart City issues. *Gorodskie taktiki. Gorodskie teorii. Smart Siti. Al'manakh*. 2015;7:3–7. (In Russ.)
11. Inyutsyn AYu. Smart technologies are becoming more accessible to cities. *Praktika munitsipal'nogo upravleniya*. 2017;2:46–55. (In Russ.)
12. Ermak S. New urban utopia. Competitiveness of municipalities. *Ekspert-Ural*. 2012;33(521):521. Available from: <http://expert.ru/ural/2012/33/novaya-gorodskaya-utopiya/media/153605/> [Accessed 20th November 2020]. (In Russ.)
13. Nam T, Pardo TA. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and

- institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*. 2011; p. 282–291. Available from: https://inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/dgo_2011_smartcity.pdf [Accessed 20th November 2020].
14. Pierce P, Andersson B. Challenges with smart cities initiatives – A municipal decision makers' perspective. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. 2017; p. 2804–2813. Available from: http://aisel.aisnet.org/hicss-50/eg/smart_cities_smart_government/3/ [Accessed 20th November 2020].

Сведения об авторах

Конюхов Владимир Юрьевич,
кандидат технических наук, профессор
кафедры автоматизации и управления,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: konyuhovvy@istu.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9137-9404>

Чиган Кристина Николаевна,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: chigan_kristina@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3479-5684>

Лещенко Елена Алексеевна,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: elenaleshchenko18@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7563-3927>

Шилова Ольга Сергеевна,
кандидат исторических наук, доцент кафедр
ры массовых коммуникаций и мультимедиа,
Иркутский государственный университет,
664033 г. Иркутск, ул. Лермонтова, 126,
Россия,
e-mail: olgaanufari@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1455-9417>

Information about the authors

Vladimir Yu. Konyukhov,
Cand. Sci. (Eng.),
Professor of Department of Management
of Industrial Enterprises,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: konyuhovvy@istu.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9137-9404>

Kristina N. Chigan,
Undergraduate,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: chigan_kristina@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3479-5684>

Elena A. Leshchenko,
Undergraduate,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: elenaleshchenko18@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7563-3927>

Olga S. Shilova,
Cand. Sci. (Histor.),
Associate Professor of the Department
of Mass Communications and Multimedia,
Irkutsk State University,
126 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
e-mail: olgaanufari@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1455-9417>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 23.12.2020.
Одобрена после рецензирования 25.01.2021.
Принята к публикации 29.01.2021.

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 23.12.2020.
Approved after reviewing 25.01.2021.
Accepted for publication 29.01.2021.



Современное состояние и перспективы развития газотранспортной сети Ангарского городского округа

© И.И. Айзенберг, Д.Н. Подбельская

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Целью работы является анализ современного состояния газотранспортной сети низкого давления Ангарского городского округа (АГО), а также определение возможных вариантов ее реконструкции и модернизации, ориентированных на перспективу развития жилищного фонда и мощностей промышленных предприятий. Для анализа текущей нагрузки сети среднего и низкого давления оценивается количество сосредоточенных и равномерно распределенных потребителей г. Ангарска и Ангарского городского округа. Анализ состояния сети производится методом теоретического исследования, включающим в себя анализ, абстрагирование и индукцию. Для выбора способов реконструкции и модернизации сети используется абстрагирование от действующего вида газового топлива, используемого в АГО. Основное внимание уделяется перспективному росту потребления в ближайшие 10–20 лет и возможной газификации природным газом Иркутской области вследствие запуска в эксплуатацию магистрального газопровода «Сила Сибири». В результате анализа текущего состояния газотранспортной сети выявлены недостатки, указывающие на необходимость реконструкции и модернизации участков сети и узлов контроля и регулирования. Произведен анализ надежности действующего оборудования с учетом срока его эксплуатации. На основании полученных данных приведены рекомендации по наиболее эффективным способам реконструкции газотранспортных сетей и модернизации узлов регулирования и газоиспользующего оборудования с технической и экономической точки зрения. Таким образом, с учетом роста объема потребления газового топлива жилищным фондом и промышленным сектором проблема реконструкции газовой сети стоит достаточно остро. Однако необходимо разработать систему газоснабжения с учетом перспективного перехода на природный газ. Этот фактор диктует унификацию проектных решений для любого вида газового топлива.

Ключевые слова: газотранспортная сеть, падение давления, надежность, реконструкция, модернизация, лупинг, коэффициент одновременности, сосредоточенные потребители, внутридомовое газоснабжение, бестраншейные способы реконструкции, теплота сгорания

Для цитирования: Айзенберг И.И., Подбельская Д.Н. Современное состояние и перспективы развития газотранспортной сети Ангарского городского округа. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 28–37. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-28-37>

Current status and development prospects of the gas distribution system in the Angarsk urban district

Iliia I. Aizenberg, Daria N. Podbelskaya

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The aim of the research is to analyse the status of the low-pressure gas distribution system functioning in of the Angarsk urban district (AUD), as well as to identify possible directions for its reconstruction and modernization. These measures are aimed at developing the housing stock and the capacity of industrial enterprises. The number of local and distributed consumers in Angarsk and the Angarsk urban district was used to analyse the current load of medium- and low-pressure gas supply systems. To check the status of the gas supply system in the region, a theoretical study was undertaken involving analysis, abstraction, and induction. Choosing the methods for reconstruction and modernization of the system required abstraction from the current gas type used in the AUD. Particular attention was drawn to the forecast of gas consumption in the next 10–20 years and possible gasification of the Irkutsk region due to the launch of the main gas pipeline "Power of Siberia". The conducted analysis of

the current status of the gas distribution system revealed shortcomings, indicating the need for reconstruction and modernization of network sections, as well as control and regulation units. In addition, the reliability of the operating equipment was checked, considering its service life. The data obtained were used to develop guidelines for reconstructing the existing gas distribution systems and modernizing control units and gas equipment both technically and economically. An increasing volume of gas consumption by the housing stock and the industrial sector compels us to seriously consider the reconstruction of the gas supply system. However, it is essential to develop a gas supply system that accounts for the possibility of transition to natural gas. This factor calls for the project solutions to be compatible with any type of gas fuel.

Keywords: gas transmission network, pressure drop, reliability, reconstruction, modernization, looping, simultaneity factor, concentrated consumers, intra-house gas supply, trenchless reconstruction methods, heat of combustion

For citation: Aizenberg II, Podbelskaya DN. Current status and development prospects of the gas distribution system in the Angarsk urban district. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):28–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-28-37>

Введение

Ангарский городской округ является сосредоточением перспективных потребителей газового топлива. Это связано в первую очередь с большим количеством промышленных предприятий на территории округа. Перевод котельных и ТЭЦ на природный газ приведет к улучшению экологической ситуации в округе, которая ухудшается каждый год с приходом отопительного периода. По данным официальной статистики информационного агентства ТАСС, г. Ангарск входит в топ городов с негативной экологической ситуацией. Одной из причин является функционирование тепловых источников города и округа на угольном и мазутном топливе. Реконструкция и модернизация существующей газотранспортной сети позволит сохранить ее жизнеспособность, в том числе для перспективной газификации природным газом.

Ангарский городской округ (АГО) расположен в юго-западной части Иркутской области, между двух рек, Ангарой и Китоем, на высоте 425 м над уровнем моря. Общая площадь АГО составляет 114 872,2 га.

Проект газификации Иркутской области включает в себя несколько сценариев, где источником газоснабжения является отвлечение от магистрального газопровода «Сила Сибири». Первый сценарий, региональный, предполагает использование в качестве источника газификации Ковыктинское газокон-

денсатное месторождение (ГКМ) [1]. Предлагается строительство магистральных газопроводов (общей протяженностью 678 км) на участках Ковыкта – Саянск (393 км), Саянск – Ангарск (233 км), Ангарск – Иркутск (52 км). Второй сценарий, федеральный, предложен ПАО «Газпром». В нем упор сделан на первоочередное освоение малых и средних месторождений (Братского, Ярактинского, Марковского, Даниловского, Дулисьминского), тогда как разработка стратегически значимого Ковыктинского ГКМ будет отложена¹.

Методы

В качестве метода исследования применяется теоретический метод с использованием анализа, индукции и абстрагирования. Анализ текущего состояния действующей газотранспортной сети основывается на открытой информации, предоставленной администрацией Ангарского городского округа на электронном ресурсе муниципального образования.

В состав АГО входят 14 населенных пунктов: г. Ангарск, п. Звездочка, п. Зверевое, д. Зуй, заимка Ивановка, п. Ключевая, п. Мегет, п. Новоодинск, с. Одинск, с. Савватеевка, п. Стеклянка, п. Ударник, д. Чебогоры, заимка Якимовка. Наиболее крупным потребителем газового топлива в АГО является г. Ангарск. Город функционально разделен на промышленный массив и жилые кварталы и микрорайоны. В жилых кварталах встречается различный тип застройки – от послевоенных 8-квартирных домов до

¹Об утверждении долгосрочной целевой программы «Газификация Иркутской области на 2011–2015 годы»: постановление Правительства Иркутской области от 18 октября 2010 г. № 266-пп [Электронный ресурс]. URL: https://irkobl.ru/sites/gkh/departament/tek/otdel_gaz/prog_gas/ (23.01.2021); Программа создания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки газа и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран АТР: утв. Приказом Минпромэнерго России от 3 сентября 2007 г. № 340. 23 с.

современных многоэтажных новостроек. В Ангарском городском округе находится 41 промышленное предприятие: предприятия сельского хозяйства, обрабатывающее производство, производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов, производство резиновых и пластмассовых изделий, производство прочих неметаллических минеральных продуктов, строительные предприятия. Газотранспортная сеть АГО снабжает газом большую часть г. Ангарска за исключением зоны старого города, где расположены жилые дома барачного типа.

Источником газоснабжения является смесь пропан-бутановая техническая (СПБТ), полученная на Ангарском нефтехимическом комбинате в результате переработки нефти. Существующая газораспределительная сеть АГО имеет следующую структуру: I ступень – газопроводы среднего давления (0,3 МПа); II ступень – газопроводы низкого давления (0,0003 МПа). Общая

протяженность сети газораспределения составляет 229,25 км. Способ прокладки газопроводов – подземный и надземный. Газопровод среднего давления является основой газораспределительной системы г. Ангарска и источником подачи газа для сетевых газорегуляторных пунктов (ГРП, ГРПШ). Протяженность газопровода среднего давления составляет 23,3 км. Распределительные газопроводы низкого давления являются источником подачи газа промышленным, коммунально-бытовым, теплоэнергетическим объектам и жилому сектору. Протяженность газораспределительной сети низкого давления составляет 206,0 км, степень ее износа – не более 50%. Схема газоснабжения – типовая, вследствие чего единая замкнутая система распределения газа на территории АГО отсутствует.

Газорегуляторные пункты в г. Ангарске (рис. 1) представлены отдельно стоящими зданиями со сбросной свечой с торца здания.



Рис. 1. Газорегуляторный пункт в г. Ангарск
Fig. 1. Gas control point in Angarsk

На территории Ангарского городского округа функционируют 14 ГРП. В таблице приведены их характеристики.

Газораспределительной организацией (ГРО) на территории АГО является филиал АО «Иркутскоблгаз» – «Ангарскгоргаз».

Организация осуществляет следующие основные виды деятельности:

– поставка, транспортировка и реализация газа непосредственно его потребителям на территории АГО;

– организация технического обслуживания газопроводов, сооружений на них, газового оборудования и приборов у потребителей газа;

– выполнение проектно-конструкторской документации на строительство и реконструкцию газовых сетей и других газовых объектов;

– строительство газопроводов среднего и низкого давления, отводов и газораспределительных станций (ГРС), систем газоснабжения и сооружений на них, их ремонт и реконструкция, а также строительство и ремонт производст-

венных зданий и сооружений жилищного фонда;

- планово-предупредительный ремонт газовых сетей и сооружений предприятий;
- строительство и эксплуатация запра-вочных станций сжиженным газом.

В состав Ангарскгоргаза входят следующие структурные подразделения:

- комплексно-эксплуатационная служба (производственные подразделения);

– центральная аварийно-диспетчерская служба;

- автотранспортный цех;
- участок обслуживания автозаправочных станций;
- служба реализации газа;
- административно-управленческий персонал.

Характеристика газорегуляторных пунктов, расположенных на территории Ангарского городского округа
Characteristics of gas control points located on the territory of Angarsk city district

| № | Наименование объекта | Место расположения | Год ввода в эксплуатацию |
|----|----------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | ГРП-3 | Кв. 63 | 1961 |
| 2 | ГРП-4 | Кв. 88 | 1963 |
| 3 | ГРП-5 | Мкр. 29 | 1984 |
| 4 | ГРП-7 | Кв. 92 | 1964 |
| 5 | ГРП-8 | Мкр. 12 | 1966 |
| 6 | ГРП-9 | Мкр. 6А | 1981 |
| 7 | ГРП-10 | Кв. 182 | 1968 |
| 8 | ГРП-11 | Мкр. 15 | 1977 |
| 9 | ГРП-12 | Кв. 206 | 1963 |
| 10 | ГРП-13 | Кв. 108 | 1969 |
| 11 | ГРП-16 | Мкр. 19 | 1986 |
| 12 | ГРП-17 | Мкр. 33 | 1996 |
| 13 | ГРП-20 | Мкр. 7А | 1997 |
| 14 | ГРП «ХЗ №1» | Кв. 215 | 1977 |

Потребителями газа являются население г. Ангарска и следующие предприятия: АО «Каравай», АО «Ангарский мясокомбинат», СЗСППК «Сагаан гол». Количество потребляемого газа в среднем составляет 9,4 тыс. м³. Присоединенная газовая нагрузка составляет 79,6 тыс. ед. бытовых газовых плит и 3 котельные. Сжиженный газ используют для приготовления пищи потребители, удаленные от городских газораспределительных сетей. Наполнение баллонов осуществляется в пункте наполнения баллонов (ПНБ), расположенном на территории промышленной площадки АО «АНХК», на газонаполнительной станции (ГНС) в п. Мегет.

У существующей системы газоснабжения в г. Ангарске есть ряд проблем:

- 1) износ трубопроводов и запорной арматуры;
- 2) отсутствие кольцевой системы газоснабжения среднего давления;
- 3) отсутствие возможности присоединения новых потребителей;
- 4) сложности проведения капитального ремонта из-за плотности городской застройки и наличия важных транспортных узлов, при закрытии которых будет парализована транспортная система города.

Износ сетей газоснабжения обусловлен появлением дефектов различных типов на трубопроводах системы.

Самыми распространёнными типами дефектов на газотранспортных сетях являются дефекты геометрической формы трубопровода, дефекты сварного шва, дефекты, связанные с потерей металла и комбинированные дефекты [2]. Снижение работоспособности элементов газовой сети связано с износом оборудования и заводским браком.

Одним из проблемных элементов распределительной сети являются вводы в здания. В связи с большим количеством снегового покрова и наледи в зимние периоды года стальной футляр на вводе в здание подвергается высокой коррозионной нагрузке и быстро выходит из строя (рис. 2).

Результаты и их обсуждение

На основании всех вышеперечисленных факторов возникает необходимость реконструкции и модернизации газотранспортной сети АГО.

Для данной цели возможно применение современных технологий, зарекомендовавших себя при реконструкции и капитальном ремонте газотранспортных сетей центральных регионов РФ [3–5].



Рис. 2. Разрушающийся футляр на вводе в здание в г. Ангарске
Fig. 2. Collapsing case at the entrance to the building in Angarsk

Одним из современных методов восстановления работоспособности газораспределительных систем является метод протяжки полиэтиленовых труб внутри изношенных стальных – метод санирования внутренней поверхности стальной существующей трубы тканево-полиэтиленовым рукавом по технологии «Феникс» [6].

Преимуществом данного метода является минимизация земляных работ и оперативность реконструкции с помощью мобильных передвижных устройств [7]. Данный метод рекомендуется применять в городской черте, что позволяет минимизировать ущерб дорожному полотну и ускорить процесс работы, не останавливая надолго транспортный поток и не создавая неудобств жителям города [8–10]. Помимо описанной выше технологии «Феникс» восстановление разрушенного газопровода производится с помощью нанесения сплошного защитного покрытия на внутреннюю поверхность трубопроводов. Данный метод эффективен при следующих дефектах трубопроводов: трещины, абразивный износ, свищи, а также при дефектах стыков трубопроводов (при предварительной работе по восстановлению целостности трубопроводов) [11]. Третьим возможным методом реконструкции является ремонт трубопроводов способом протяжки

новой полиэтиленовой трубы с разрушением старой [12]. Замена трубопровода, деформированного или поврежденного, может быть произведена посредством разрушения старых труб и протягивания внутри образовавшегося тоннеля полиэтиленовых труб такого же или большего диаметра [13–14].

Все вышеописанные методы позволяют увеличить жизненный цикл газотранспортной сети г. Ангарск и в случаях, когда необходимо повысить ее пропускную способность. При увеличении перспективной застройки и, как следствие, росте числа потребителей газового топлива возможно использование метода, реализованного в г. Минск Республики Беларусь. Данный метод предполагает прокладку параллельных лупингов для увеличения пропускной способности кольцевой газовой сети. В том числе данная мера позволяет увеличить надежность системы и использовать резервные трубопроводы в случае аварийных ситуаций и плановых ремонтных работ [15]. Повышение надежности элементов и узлов регулирования предлагается с помощью замены и модернизации². В качестве современного оборудования предлагается применение шкафных газорегуляторных пунктов. Данное оборудование имеет невысокую стоимость и простое в эксплуатации. Рекомендации по модернизации узлов регулирования и учета представлены ниже:

²О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ; Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления: постановление Правительства РФ от 29.10.2010 № 870;

Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления»: приказ Ростехнадзора № 542 от 15.11.2013 г. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

1. Внедрение блочной автоматической газосмесительной и газораспределительной системы для получения смеси горючего газа и воздуха с единой теплотой сгорания [16–17]. Данная система полностью автоматизирована и позволяет регулировать параметры газа и дистанционно управлять системами регулирования.

2. Введение шкафных ГРП. Данный вид оборудования изготавливается в виде металлического шкафа и устанавливается на отдельных несгораемых опорах при давлении газа не менее 0,6 МПа. Основным преимуществом шкафных ГРП является компактность и доступность [18].

Внедрение шкафных ГРП позволит осуществлять следующие виды технологических операций:

а) снижение (редуцирование) высокого или среднего давления природного газа, поступающего из распределительных магистралей;

б) автоматическое поддержание давления на выходе;

в) фильтрация природного газа;

г) прекращение подачи газа на потребителя при аварийном изменении заданного уровня выходного давления;

д) коммерческий и технологический учет расхода газа [19].

3. Применение ГРП с линиями редуцирования. Особенностью газорегуляторных пунктов данной конструкции (с двумя линиями редуцирования) является компоновка их двумя регуляторами давления на среднее и низкое выходное давление газа. Регуляторы давления могут быть установлены последовательно или параллельно [20].

Все виды предложенного оборудования являются достаточно компактными, что особенно актуально в плотной городской застройке.

Также для успешного количественного регулирования газового топлива рекомендуется применить современную систему автоматизации на основе отечественного программного обеспечения. В научных трудах российских инженеров описывается положительный опыт внедрения данной системы, что позволит регулировать отпуск газового топлива потребителям, опираясь на графики пиковой нагрузки [21]. В том числе автоматизация системы позволит увеличить пожарную безопасность и снизить возможность возникновения аварийных ситуаций.

Учитывая перспективу прихода в регион природного газа, необходимо не только повышать работоспособность существующей газотранспортной сети, но и предусматривать возможность перехода со сжиженного углеводородного газа (СУГ) на природный газ с месторождений области. Эти меры можно осуществить путем проектирования сети с запасом, учитывая другие физические свойства природного газа³. Теплота сгорания СУГ существенно отличается от теплоты сгорания природного газа, что необходимо учитывать при гидравлическом расчете реконструируемой сети. Также нужно учитывать реальный коэффициент одновременности использования газовых приборов во внутрименовых сетях газоснабжения. На данный момент часть потребителей отказывается от газового топлива в пользу электрических печей, в связи с этим проектный и реальный коэффициент одновременности существенно отличается [22]. В том числе будут необходимы демонтаж конденсатосборников на существующей сети и замена форсунок на бытовых газовых приборах. Для повсеместной замены комплектующих необходима разработка муниципальной программы, позволяющей всем потребителям в кратчайшие сроки произвести модернизацию оборудования.

Заключение

На данный момент силами Ангарскгоргаза произведен ряд работ по реконструкции системы газоснабжения. Так, введены в эксплуатацию ГРП №17 с современными регуляторами давления, дублирующими друг друга. Данная мера позволяет при проведении ремонтных работ не останавливать подачу газа потребителям. В том числе проложен новый участок трубопровода до п. Звёздочка из современного трубопровода ПЭ-165. Однако невысокая степень финансирования коммунально-бытовой сферы тормозит процесс реконструкции и модернизации сети газоснабжения. Остается надеяться, что возможности для внедрения всех вышеперечисленных мер позволят осуществить Программу комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры Ангарского городского округа на 2016–2036 годы. Для покрытия перспективных нагрузок на перспективу до 2036 года требуется реализация нижеследующих

³Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления: постановление Правительства РФ от 29.10.2010 № 870;
Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления»: приказ Ростехнадзора № 542 от 15.11.2013 г. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

мероприятий:

1) строительство газопровода среднего давления к ГРП «Прибрежная» от ГРП-12 (диаметр 200 мм, протяженность 0,52 км);

2) завершение строительства участков газопровода и газорегуляторных пунктов 35 микрорайона (диаметр 200 мм, протяженность 0,43 км);

3) присоединение перспективной застройки микрорайонов Кирова, 37, 36, 30, 28, 30, 31, 32, части 14 микрорайона после окончания строительства участков газопровода и газорегуляторных пунктов 35 микрорайона;

4) строительство подземного кольцевого газопровода среднего давления от перекрестка ул. Чайковского и ул. Ст. Московский тракт, ведущего к ГРП «Хлебозавод № 1» (диаметр 300 мм, протяженность 4,3 км);

5) организация подачи газа в микрорайоны 29, 22, 18 и в кварталы 208, 192, 189, 179, 94 от существующих сетей низкого давления;

6) строительство газопровода среднего давления от кольцевого газопровода диаметром 500 мм от ул. Декабристов и строительство газорегуляторного пункта (диаметр 150 мм, производительность ГРП 1500м³/ч);

7) строительство газораспределительной станции «ГРС Ангарск» рядом с СНТ «Утес» и с микрорайоном Новый-4;

8) строительство газопроводов высокого давления ($P = 0,6$ Мпа; диаметр 315 мм – 0,46 км; диаметр 225 мм – 40,5 км; диаметр 160 мм – 4,2 км; диаметр 110 мм – 4,9 км;

диаметр 63 мм – 2,9 км);

9) разработка проекта и строительство подземного газопровода среднего давления до микрорайона Новый-4 – 1800 м, начиная от котельной хлебозавода АО «Каравай».

Для реализации данных мероприятий требуются капитальные затраты в размере 435 918 тыс. руб. в прогнозных ценах с учетом НДС.

Все проектные решения необходимо унифицировать с учетом прихода в регион природного газа с магистрального газопровода «Сила Сибири». Данный подход должен учитывать различие технических характеристик СУГ и природного газа. В том числе необходимо произвести модернизацию бытового газового оборудования у потребителей путем замены форсунки на горелках для возможности использования природного газа. Одной из главных задач является сооружение кольцевой системы среднего давления, эта мера позволит полноценно проводить ремонтные работы и повысит надежность сети.

Учитывая все вышесказанное, очевидно, что развитие газотранспортной сети АГО – это комплекс мероприятий, направленный на повышение жизнеспособности системы путем реконструкции участков сети, применения современных ремонтных конструкций для устранения локальных дефектов, модернизации оборудования и узлов учета и регулирования. Все эти меры позволят продлить жизненный цикл системы и осуществить возможный переход на природный газ в перспективе газификации Иркутской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винокуров М.А., Суходолов А.П. Газификация Приангарья // Экономика Иркутской области: в 6 т. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2009. Т. 6. С. 30–33.

2. Строганов И.В., Хайруллин Р.З. Повышение безопасности эксплуатации трубопроводов (в том числе из разнородных материалов) с применением термоусаживающихся муфт из эпоксидных полимеров // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.17. №9. С. 98–101.

3. Zheng Liu, Baojiang Sun, Zhiyuan Wang, Jianbo Zhang, Xuerui Wang. Prediction and management of hydrate reformation risk in pipelines during offshore gas hydrate development by depressurization // Fuel. Vol. 291. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.120116>

4. Cheolwoong Park, Sechul Oh, Changgi Kim, Young Choi, Youngcheol Ha. Effect of natural gas composition and gas interchangeability on per-

formance and emission characteristics in an air–fuel controlled natural gas engine // Fuel. 2021. Vol. 287. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119501>

5. Kun Xi, Jiang Li, Mengfei Guo, Bozhi Hu, Kang Li. Characteristics of chemical vapour deposition in micro pore structure in char layer of polymer composites // Polymer Degradation and Stability. 2020. Vol. 178. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109222>

6. Ганзаков А.С., Сенцов С.И. Разработка подходов выбора метода восстановления изношенных стальных распределительных газопроводов // Территория нефтегаз. 2012. № 3. С. 28–30.

7. Molyneux S., Stec A.A., Hull T.R. The effect of gas phase flame retardants on fire effluent toxicity // Polymer Degradation and Stability. 2014. Vol. 106. p. 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.09.013>

8. Медведева О.Н., Бессонова Н.С. Экономиче-

ская эффективность оптимального распределения перепадов давления между участками газовой сети // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 6. С. 141–153. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2020-22-6-141-153>

9. Фоменко В.Л., Халов А.И. Защита подземных стальных газопроводов от коррозии в городских условиях // Газовая промышленность. 2019. Т. 789. № 3. С. 94–96.

10. Филатов А.А., Велиулин И.И., Лазарев А.Д., Хасанов Р.Р. Особенности технологии капитального ремонта газопроводов на современном этапе // Газовая промышленность. 2017. Т. 761. № 12. С. 90–94.

11. Рыбаков А.С. Перспективы развития бестраншейных технологий при прокладке инженерных коммуникаций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2015. Вып. 7. Ч. 1. С. 164–169.

12. Yamchi H.B., Safari A., Guerrero J.M. A multi-objective mixed integer linear programming model for integrated electricity-gas network expansion planning considering the impact of photovoltaic generation // Energy. 2021. Vol. 222. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119933>

13. Шлычков Д.И. Проблемы технического состояния действующих трубопроводных систем // Инновации и инвестиции. 2020. №4. С. 207–210.

14. Шеногин М.В. Применение инновационных технологий в строительстве, реконструкции и ремонте газовых сетей Ковровского района Владимирской области // E-Scio. 2020. № 4 (43). С. 431–439.

15. Современные принципы и направления

развития системы организации диагностики, технического обслуживания и ремонта в ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2017. Т. 754. №3. С. 5–9.

16. Qian Chen, Lili Zuo, Changchun Wu, Yankai Cao, Yaran Bu, Feng Chen, RehanSadiq. Supply reliability assessment of a gas pipeline network under stochastic demands // Reliability Engineering & System Safety. 2021. Vol. 209. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107482>

17. Gaykema E.W., Skryabin I., Prest J., Hansen B. Assessing the viability of the ACT natural gas distribution network for reuse as a hydrogen distribution network // International Journal of Hydrogen Energy. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.051>

18. Сусликов С.П., Мостовой А.В., Хасанов Р.Н., Велиулин И.И., Городниченко В.И., Халлыев Н.Х. [и др.]. Повышение надежности и долговечности магистральных газопроводов как результат применения инновационных технологий // Территория Нефтегаз. 2019. №6. С. 84–90.

19. Белоглазова Т.Н. Разработка схем газораспределительных сетей с учетом их стоимости // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. 2013. № 3 (11). С. 172–177.

20. Савин А.В. Методы улучшения техносферной обстановки в газовой отрасли // Инновационная наука. 2020. №5. С. 45–49.

21. Первунин В.В., Винокурцев Г.Г., Винокурцев А.Г., Крупин В.А. Об автоматизации технологических процессов электрохимической защиты газопроводов // Техносферная безопасность: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Ростов-н/Д, 2005. Вып. VII. С. 548–552.

22. Мансурова Н.Ш. Газоснабжение многоквартирного жилого дома // Вопросы науки и образования. 2018. Т. 13. №1. С. 22–24.

REFERENCES

1. Vinokurov MA, Sukhodolov AP. Gasification of the Angara region. *Ekonomika Irkutskoy oblasti*: in 6 vol. Irkutsk: Baikal state university; 2009. Vol. 6. p. 30–33 (In Russ.).

2. Stroganov IV, Khayrullin RZ. Improving the safety of pipeline operation (including from dissimilar materials) with the use of heat-shrinkable couplings made of epoxy polymers. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2014;17(9):98–101 (In Russ.).

3. Zheng Liu, Baojiang Sun, Zhiyuan Wang, Jianbo Zhang, Xuerui Wang. Prediction and management of hydrate reformation risk in pipelines during offshore gas hydrate develop-

ment by depressurization // Fuel. Vol. 291. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.120116>

4. Cheolwoong Park, Sechul Oh, Changgi Kim, Young Choi, Youngcheol Ha. Effect of natural gas composition and gas interchangeability on performance and emission characteristics in an air-fuel controlled natural gas engine. *Fuel*. 2021;287. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119501>

5. Kun Xi, Jiang Li, Mengfei Guo, Bozhi Hu, Kang Li. Characteristics of chemical vapour deposition in micro pore structure in char layer of polymer composites. *Polymer Degradation and Stability*. 2020;178. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109222>

6. Ganzakov AS, Sentsev SI. Development of ap-

proaches for selecting a method for restoring worn-out steel distribution gas pipelines. *Territorija neftegas – Oil and gas territory*. 2012;3:28–30 (In Russ.).

7. Molyneux S, Stec AA, Hull TR. The effect of gas phase flame retardants on fire effluent toxicity. *Polymer Degradation and Stability*. 2014;106:36–46. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.09.013>

8. Medvedeva ON, Bessonova NS. Optimization of differential pressure distribution between gas supply system sections. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta = Journal of Construction and Architecture*. 2020;22(6):141–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2020-22-6-141-153>

9. Fomenko VL, Khalov AI. Protection of underground steel gas pipelines from corrosion in urban conditions. *Gazovaya promyshlennost*. 2019;789(3):94–96 (In Russ.).

10. Filatov AA, Veliyulin II, Lazarev AD, Khasanov RR. Features of the technology of capital repair of gas pipelines at the present stage. *Gazovaya promyshlennost*. 2017;761(12):90–94 (In Russ.).

11. Rybakov AS. Prospect for the development of trenchless technologies for laying of utilities. *Izvestiya Tuls'kogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*. 2015;7:164–169 (In Russ.).

12. Yamchi HB, Safari A, Guerrero JM. A multi-objective mixed integer linear programming model for integrated electricity-gas network expansion planning considering the impact of photovoltaic generation. *Energy*. 2021;222. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119933>

13. Shlychkov DI. Problems of the technical condition of existing pipeline systems. *Innovatsii i investitsii*. 2020;4:207–210 (In Russ.).

14. Shenogin MV. Application of innovative technologies in the construction, reconstruction and repair of gas networks in the Kovrov district

of the Vladimir region. *E-Scio*. 2020;4(43): 431–439 (In Russ.).

15. Modern principles and directions of development of the system of organization of diagnostics, maintenance and repair in PJSC Gazprom. *Gazovaya promyshlennost*. 2017;754(3):5–9 (In Russ.).

16. Qian Chen, Lili Zuo, Changchun Wu, Yankai Cao, Yaran Bu, Feng Chen, Rehan Sadiq. Supply reliability assessment of a gas pipeline network under stochastic demands. *Reliability Engineering & System Safety*. 2021;209. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107482>

17. Gaykema EW, Skryabin I, Prest J, Hansen B. Assessing the viability of the ACT natural gas distribution network for reuse as a hydrogen distribution network. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.051>

18. Suslikov SP, Mostovoy AV, Khasanov RN, Veliyulin II, Gorodnichenko VI, Khallyyev NK, et al. Enhanced Reliability and Extended Life of Gas Mains as a Result of Innovation Techniques. *Territorija neftegas – Oil and gas territory*. 2019;6:84–90 (In Russ.).

19. Beloglazova TN. Development of gas distribution network schemes taking into account their cost. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Urbanistika*. 2013;3(11):172–177 (In Russ.).

20. Savin AV. Methods of improving the technosphere situation in the gas industry. *Innovatsionnaya nauka*. 2020;5:45–49 (In Russ.).

21. Pervunin VV, Vinokurtsev GG, Vinokurtsev AG, Krupin VA. On the automation of technological processes of electrochemical protection of gas pipelines. *Tekhnosfer'naya bezopasnost: materialy Vserossiyskoy nauchn.-prakt. konf. Rostov-on-Don, 2005:VII:548–552* (In Russ.).

22. Mansurova NSh. Gas supply of an apartment building. *Voprosy nauki i obrazovaniya*. 2018;13(1):22–24 (In Russ.).

Сведения об авторах

Айзенберг Илья Иделевич,
кандидат технических наук,
доцент кафедры инженерных
коммуникаций и систем жизнеобеспечения,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: eizenberg@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5205-5404>

Information about the authors

Ilya I. Aizenberg,
Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor of the Department
of Engineering Communications
and Life Support Systems,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: eizenberg@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5205-5404>

Подбельская Дарья Николаевна,
аспирант кафедры инженерных
коммуникаций и систем жизнеобеспечения,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: tdn90@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3746-3239>

Daria N. Podbelskaya,
Postgraduate student of the Department
of Engineering Communications and Life
Support Systems,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: tdn90@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3746-3239>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 19.01.2021.
Одобрена после рецензирования 20.02.2021.
Принята к публикации 23.02.2021.

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 19.01.2021.
Approved after reviewing 20.02.2021.
Accepted for publication 23.02.2021.



Учет физической нелинейности при расчете плоской железобетонной рамы с использованием вычислительного комплекса SCAD

© В.А. Куш, В.П. Яценко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель работы заключается в анализе результатов определения усилий и перемещений в плоской раме при статической нагрузке, полученных с учетом физически нелинейной работы железобетона. Проведено сравнение деформационных теорий, применяемых для композитных материалов. Осуществлен линейный расчет и исследованы результаты нелинейного автоматизированного расчета перемещений и усилий в раме, выполненного в программном комплексе *SCAD Office* (версия 21.1.9.7) с использованием различных вариантов деформационных теорий. Проведен автоматизированный расчет рамы в соответствии с рекомендациями СП 52-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий», согласно которому нелинейную работу железобетонных элементов конструкций рекомендуется учитывать путем введения понижающих коэффициентов. Был выполнен сравнительный анализ результатов определения перемещений и усилий в плоской железобетонной раме, вследствие чего было установлено несоответствие значений величин усилий, полученных при расчетах по теориям физической нелинейности и по рекомендациям СП 52-103-2007. Максимальная погрешность, по сравнению с нелинейным расчетом по СП 52-103-2007, составляет 55,8%. При сравнении данных, полученных в расчетах, также было установлено несоответствие значений перемещений, полученных по рекомендациям СП 52-103-2007. Наибольшее расхождение с результатами нелинейного расчета составляет 49,4%, а с результатами линейного расчета – 69%. Таким образом, проведенное исследование выявило несогласованность результатов, полученных с использованием нормативных рекомендаций, и результатов линейного и нелинейного расчета. Разнонаправленность результатов требует дополнительных верификационных проверок при использовании нелинейного анализа в расчетах на прочность и жесткость как средства уточнения напряженно-деформированного состояния конструкции.

Ключевые слова: нелинейный анализ, упругопластический материал, критерии прочности, теории пластичности, SCAD Office

Для цитирования: Куш В.А., Яценко В.П. Учет физической нелинейности при расчете плоской железобетонной рамы с использованием вычислительного комплекса SCAD. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 38–47. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-38-47>

Consideration of physical nonlinearity in the calculation of a flat reinforced concrete slab using the SCAD software

Vadim A. Kushch, Vladimir P. Yashchenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The aim of the paper is to analyze the results of the determination of forces and motions in a flat slab under static load, obtained considering the physically nonlinear operation of reinforced concrete. The deformation theories used for composite materials were compared. A linear analysis was carried out, along with a nonlinear automated analysis of forces and motions in a slab in the SCAD Office software (version 21.1.9.7) based on various deformation theories. An automatic calculation of a slab was conducted in accordance with the guidelines of the SP 52-103-2007 “Concrete monolithic building structures”, according to which the nonlinear operation of reinforced concrete structural elements should be considered by introducing reducing coefficients. A comparative analysis of the obtained forces and motions in a flat reinforced concrete slab was carried out. An inconsistency was found between the values calculated based on the theory of physical nonlinearity and

those calculated according to the recommendations of SP 52-103-2007. In comparison with the non-linear analysis based on SP 52-103-2007, the maximum error comprised 55.8%. The obtained values of motions, according to the recommendations of SP 52-103-2007, were also inconsistent. The largest discrepancy in the results of the nonlinear analysis was 49.4%, while the largest discrepancy in the linear analysis was 69%. Thus, the study showed inconsistency between the results obtained using the guidelines and the results of linear and non-linear analysis. The difference in the results demands additional verification when using non-linear analysis in calculations for strength and stiffness as a means of clarifying the stress-strain state of the studied structure.

Keywords: nonlinear analysis, elastic-plastic material, strength criteria, plasticity theories, SCAD Office

For citation: Kushch VA, Yashchenko VP. Consideration of physical nonlinearity in the calculation of a flat reinforced concrete slab using the SCAD software. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):38–47. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-38-47>

Введение

В настоящее время при проектировании строительных конструкций в основном используется линейная постановка. Это позволяет существенно сократить сложность расчетов и затраты времени на их проведение. Для более детального исследования работы сооружений требуется учитывать нелинейное поведение конструкции при выполнении расчетных процедур [1–7]. При расчете железобетонных конструкций с использованием нелинейных диаграмм деформирования бетона и стали [8–9] удается получить более точную картину напряженно-деформированного состояния строительных конструкций, что дает возможность эффективного использования возможностей конструкционных материалов при расчете элементов конструкций на прочность, жесткость по второй группе предельных состояний или на устойчивость.

Модели деформирования для бетона

Для учета физической нелинейности необходимо выбрать модель деформирования для материала. Особенностью расчета железобетона является то, что данные задаются как для бетона, так и для арматуры. Работа бетона описывается на основании деформационной теории пластичности, теории пластического течения Друкера – Прагера или теории пластического течения Гениева [10–19].

В основу деформационной теории пластичности положены физические соотношения, связывающие напряжения и деформации. При построении теории используются следующие допущения:

1. Связь между интенсивностью напряжений и интенсивностью деформаций

не зависит от вида напряженного состояния.

2. Между объемной деформацией и средним напряжением существует линейная зависимость:

$$\varepsilon_v = \frac{3\sigma_{cp}}{K} = \frac{3 \cdot (1 - 2\nu)}{E} \sigma_{cp}.$$

Здесь K – это модуль объемной деформации. При больших пластических деформациях данное допущение заменяется допущением о несжимаемости материала.

3. Компоненты девиатора напряжений пропорциональны компонентам девиатора деформаций:

$$D_\varepsilon = \chi \cdot D_\sigma.$$

Здесь $\chi = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_{cp}}$ – модуль пластичности.

При возрастающих напряжениях поведение материала в области пластических деформаций не отличается от его упругого поведения, а при разгрузке появляется пластическая деформация.

Как показывают экспериментальные исследования [10], деформационная теория пластичности справедлива при относительно небольших пластических деформациях при осуществлении простого нагружения, когда все нагрузки растут пропорционально одному параметру. При больших деформациях или при сложном нагружении поведение бетона отличается от того, что предлагает деформационная теория пластичности, так как объемный закон Гука не соблюдается.

Теория пластического течения рассматривает не сами деформации, а их приращения. При построении теории используются следующие допущения:

1. Связь между интенсивностью напряжений и интенсивностью деформаций не зависит от вида напряженного состояния.

2. Объемные изменения являются только упругими и между приращением объемной деформации и приращением среднего напряжения существует линейная зависимость:

$$d\varepsilon_v = \frac{3 \cdot d\sigma_{cp}}{K} = \frac{3 \cdot (1 - 2\nu)}{E} d\sigma_{cp}.$$

3. Девиатор приращения пластической деформации пропорционален девиатору напряжений:

$$D_{d\varepsilon}^{pl} = d\lambda \cdot D_{\sigma}.$$

Коэффициент пропорциональности $d\lambda$ – некоторая функция напряжений. При использовании критерия Друкера – Прагера зависимость принимает вид:

$$\sqrt{J_2(D_{\sigma})} = A + B \cdot I_1(T_{\sigma}).$$

Здесь $I_1(T_{\sigma}) = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ – первый инвариант тензора напряжений; $J_2(D_{\sigma}) = \frac{1}{6}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]$ – второй инвариант девиатора напряжений; $A = \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\frac{\sigma_c \cdot \sigma_t}{\sigma_c + \sigma_t} \right)$; $B = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{\sigma_t - \sigma_c}{\sigma_c + \sigma_t} \right)$ – константы, определяемые по экспериментальным данным; σ_t , σ_c – пределы прочности при одноосном растяжении и сжатии.

Данный критерий подходит как для пластичных, так и для хрупких материалов. Также он может применяться для описания разрушения скальных грунтов, бетона, полимеров и других материалов. Однако, его применение дает большие погрешности, если прочности материала при сжатии и растяжении отличаются больше, чем на порядок.

При использовании критерия прочности Гениева теория пластического течения записывается в виде:

$$3 \cdot J_2(D_{\sigma}) = [\sigma_c \cdot \sigma_t + (\sigma_c - \sigma_t) I_1(T_{\sigma})] \times \left\{ 1 - \left(1 - \frac{3T_c^2}{\sigma_c \cdot \sigma_t} \right) \left[1 + \frac{J_3(D_{\sigma})}{2} \left(\frac{J_2(D_{\sigma})}{3} \right)^{-\frac{3}{2}} \right] \right\}.$$

Здесь $J_3(D_{\sigma}) = (\sigma_1 - \sigma_0) \cdot (\sigma_2 - \sigma_0) \cdot (\sigma_3 - \sigma_0)$ – третий инвариант девиатора напряжений; T_c – параметр прочности, принимаемый в следующих пределах [10]:

$$0,168 \approx \sqrt{\frac{11}{39}} \sqrt{\sigma_c \cdot \sigma_t} \leq T_c \leq \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\sigma_c \cdot \sigma_t} \approx 0,183.$$

Исходя из исследований работы [10], при использовании критерия Гениева в условиях плоского напряженного состояния возможно как завышение расчетной прочности бетона, так и её занижение.

Модели деформирования для стали

Арматура описывается как деформационной теорией пластичности, так и теорией

пластического течения с использованием критерия текучести фон Мизеса. При этом учитывается жесткость арматуры не только при растяжении-сжатии, но и при сдвиге.

При использовании деформационной теории пластичности используется билинейная диаграмма деформирования или её экспоненциальные аппроксимации. Объемная деформация арматурного стержня определяется выражением:

$$\theta = \varepsilon_s + \varepsilon_n + \varepsilon_z = (1 - 2\nu_s) \varepsilon_s.$$

Здесь ε_s , ε_n , ε_z – деформации в направлении локальных осей (s , n , z) арматурного стержня, ν_s – коэффициент Пуассона по направлению s . Приведенное напряжение представляется выражением:

$$\sigma_{e,s} = \sqrt{3J_2(D_{\sigma})} = \sqrt{\sigma_s^2 + 3(\tau_{sy}^2 + \tau_{sz}^2)}.$$

Здесь $J_2(D_{\sigma})$ – второй инвариант девиатора напряжений, σ_s – предел текучести стали, τ_{sy} , τ_{sz} – касательные напряжения в плоскостях sy и sz соответственно.

Приведенная деформация определяется из условия:

$$\varepsilon_{e,s} = \frac{2}{3} \sqrt{(1 + \nu)^2 (\varepsilon_x - \varepsilon_s^A)^2 + \frac{3}{4} [(\gamma_{sn} - \gamma_{sn}^A)^2 + (\gamma_{sz} - \gamma_{sz}^A)^2]}.$$

Здесь ε_s^A , γ_{sn}^A , γ_{sz}^A – остаточные деформации.

В теории пластического течения фон Мизеса предполагается, что опасное (предельное) состояние нагруженного тела определяется предельной величиной накопленной удельной потенциальной энергии формоизменения. При этом считается, что материал следует закону Гука вплоть до наступления предельного состояния. Условие пластичности фон Мизеса записывается как:

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}.$$

Здесь σ_1 , σ_2 , σ_3 – главные напряжения. В момент наступления пластического состояния интенсивность напряжения σ_i становится равной истинному пределу текучести.

Учет физической нелинейности по рекомендациям нормативных документов

Ввиду того, что бетон начинает работать нелинейно даже при малых нагрузках, перераспределение усилий в железобетоне не стоит недооценивать. Однако, этим зачастую пренебрегают ввиду определенных обстоятельств. Физическая нелинейность учитывается исключительно путем понижения жесткостей конечных элементов с помощью понижающих коэффициентов.

В нормах СП 52-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий» при

расчете деформаций конструкций в первом приближении значения понижающих коэффициентов относительно начального модуля упругости бетона с учетом длительности действия нагрузки рекомендуется принимать: для вертикальных несущих элементов – 0,6, а для плит перекрытий (покрытий) – 0,2 при наличии трещин или 0,3 при их отсутствии.

Расчет в линейной и нелинейной постановке с использованием ПК SCAD Office

Для оценки влияния физической нелинейности на величину перемещений и усилий была создана тестовая модель, для которой проведены линейный расчет, расчеты с использованием различных вариантов нелинейных теорий [14–15], а также расчет, в котором для учета нелинейной работы материала использовались понижающие коэффициенты для модуля упругости материала в соответствии с СП 52-103-2007. Расчетная модель создавалась в системе прочностного анализа и проектирования конструкций SCAD (версия 21.1.9.7). Объектом изучения была выбрана монолитная железобетонная рама пролетом $l = 10$ м, высотой $h = 4$ м, сечением колонн 400 мм x 400 мм и сечением ригеля 400 мм x 600 мм, с жестким защемлением баз колонн. На ригель приложена распределенная нагрузка интенсивностью 3 т/м по

всей длине пролета и сосредоточенная нагрузка 5 т на расстоянии 2 м от правого края ригеля. На колонны действует распределенная нагрузка (слева направо) интенсивностью 1 т/м по всей высоте.

Линейный расчет проводится в двух вариантах. Первый вариант предполагает постоянное значение модуля упругости бетона. Во втором варианте модуль упругости бетона изменяется в соответствии с рекомендациями норм СП 52-103-2007, что имитирует нелинейный расчет.

После выполнения линейного расчета схема преобразуется для выполнения расчета с учетом физической нелинейности. Элементу назначается тип № 405 (пространственный стержень с учетом физической нелинейности).

Выбор расчетной теории происходит на этапе создания расчетной модели при задании жесткости элементам. Нелинейный режим расчета вызывается установкой флажка «Физическая нелинейность» в диалоговом окне «Жесткость». После установки флажка появляется диалоговое окно «Материалы», в котором можно указать физико-механические характеристики материала и выбрать вариант теории. Программа обеспечивает два варианта пластического поведения материала: согласно деформационной теории пластичности и теории пластического течения. По умолчанию используется деформационная теория пластичности (рис. 1).

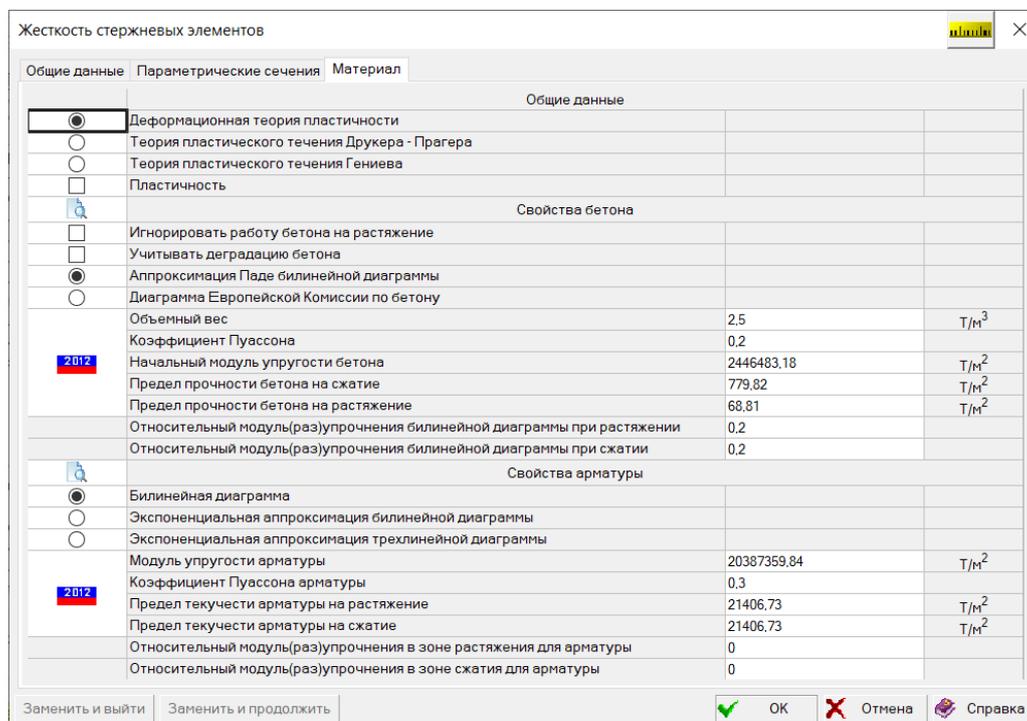


Рис. 1. Вкладка «Жесткость стержневых элементов»
Fig. 1. Bar "Stiffness Tab"

После задания характеристик материалов имеется возможность визуализировать диаграмму «Напряжение – деформация».

Билинейная диаграмма и аппроксимация билинейной диаграммы представлены на рис. 2.

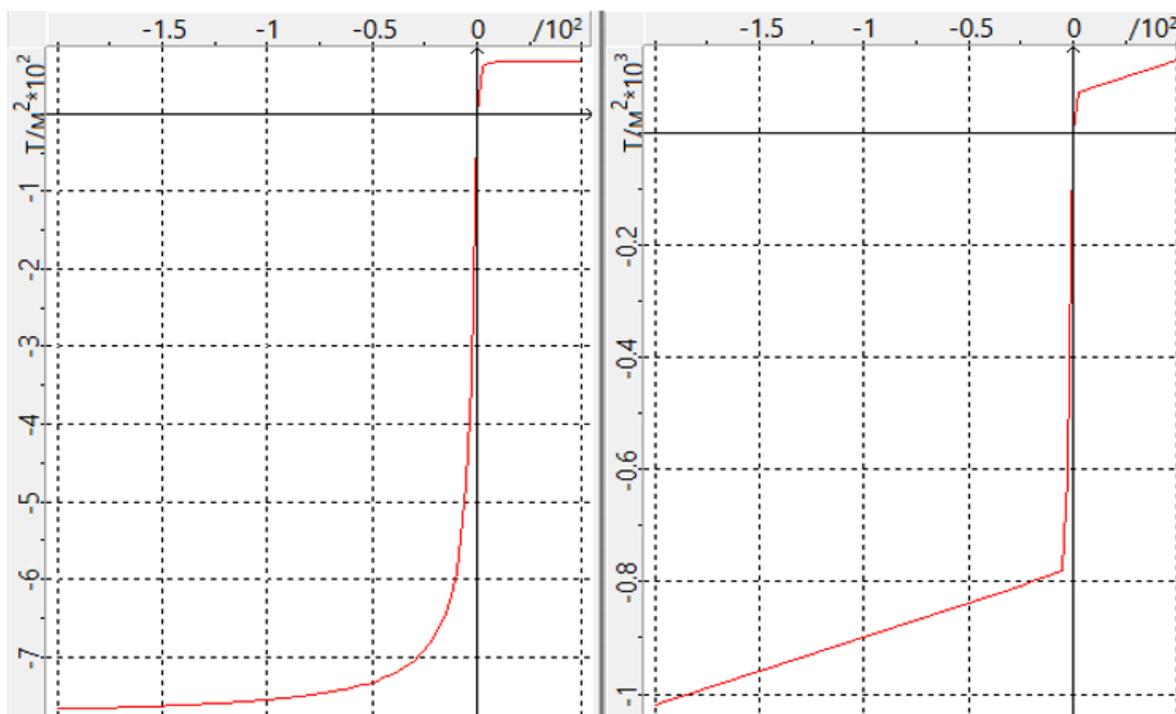


Рис. 2. Диаграммы «Напряжение – деформация»
Fig. 2. Stress-strain diagrams

Далее задается схема армирования железобетонных элементов и эти элементы включаются в группу конструктивных железобетонных элементов (рис. 3).

Решение нелинейной задачи программными комплексами производится шаговым методом. Процессор организует пошаговое нагружение конструкции и обеспечивает решение линеаризованной системы уравнений на каждом шаге для текущего

приращения вектора узловых нагрузок, сформированного для конкретного нагружения. Параметры шагового процесса были сформированы во вкладке «Моделирование нелинейных нагрузок».

Результаты линейного расчета представлены на рис. 4. Сравнение результатов расчетов для сечения в середине пролета приведено в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Величина изгибающего момента в середине пролета
Table 1. Magnitude of bending moment in the middle of span

| № | Вид расчета | Изгибающий момент, т* м | Расхождение, % |
|---|--|-------------------------|----------------|
| 1 | Нелинейный по СП 52-103-2007 | 22,71 | – |
| 2 | Нелинейный по деформационной теории пластичности | 30,56 | 34,6 |
| 3 | Нелинейный по теории Друкера – Прагера | 30,57 | 34,6 |
| 4 | Нелинейный по теории Гениева | 35,4 | 55,8 |

Таблица 2. Величина прогиба в середине пролета
Table 2. Deflection value in the middle of the span

| № | Вид расчета | Прогиб, мм | Расхождение, % |
|---|--|------------|----------------|
| 1 | Нелинейный по СП 52-103-2007 | 42,3 | – |
| 2 | Нелинейный по деформационной теории пластичности | 53,57 | 26,6 |
| 3 | Нелинейный по теории Друкера – Прагера | 21,41 | –49,4 |
| 4 | Нелинейный по теории Гениева | 44,45 | 5,1 |

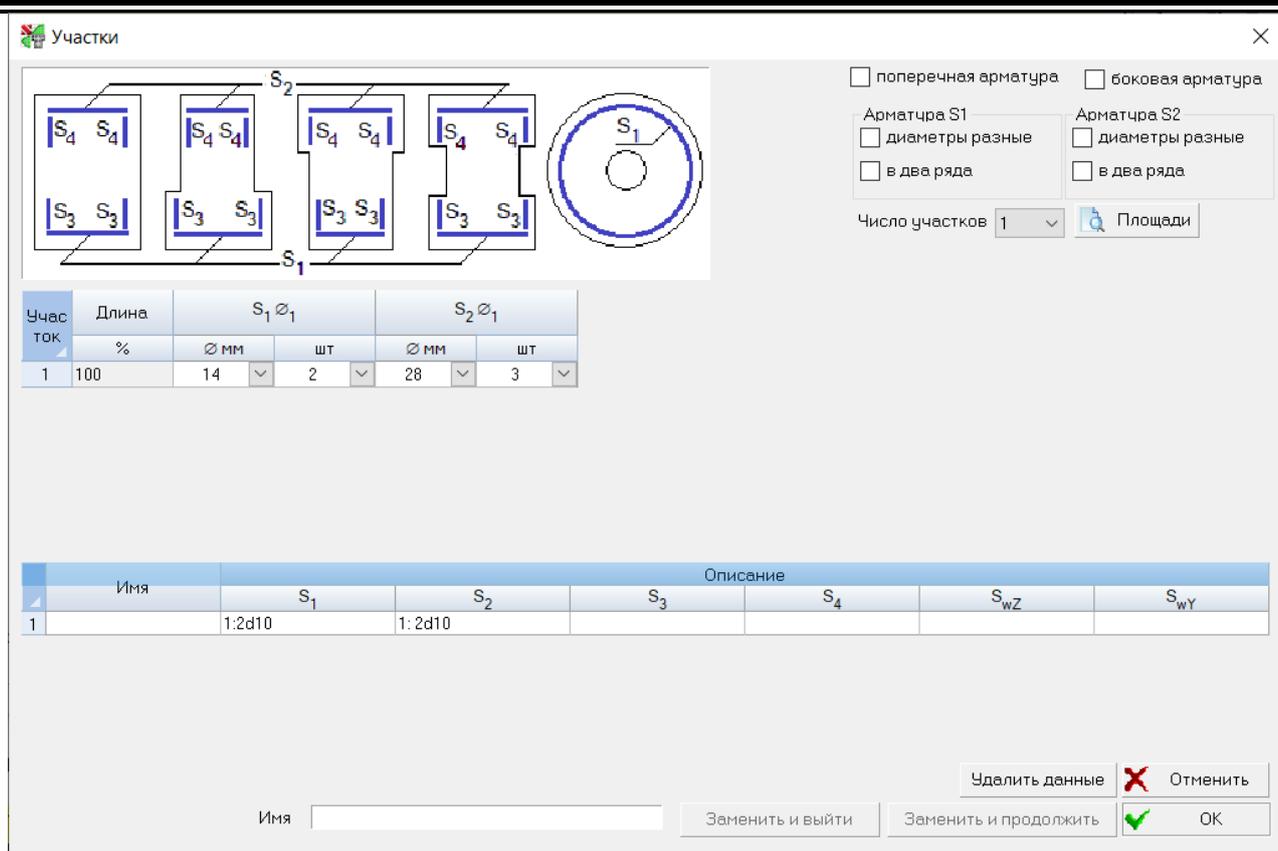


Рис. 3. Вкладка «Схемы армирования»
Fig. 3. Reinforcement Diagram Tab

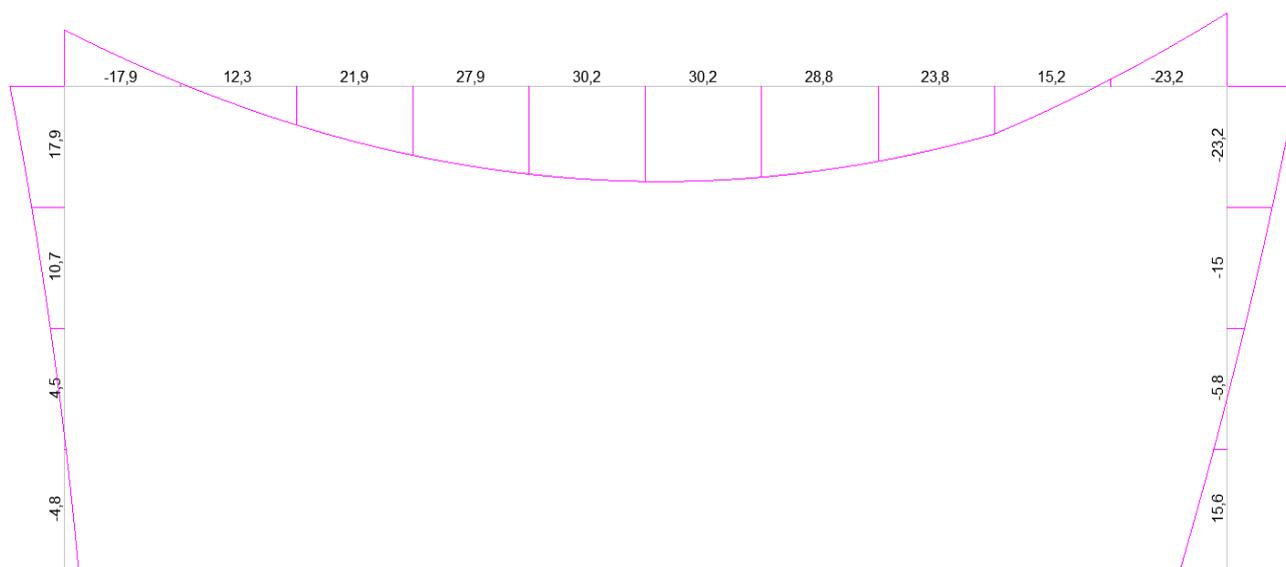


Рис. 4. Эпюра M_y (т*м) в линейном расчете
Fig. 4. M_y (t * m) graph in linear calculation

Из табл. 1 видно, что расчет по всем теориям физической нелинейности показывает примерно одинаковые усилия в пролете.

Максимальная погрешность по срав-

нению с нелинейным расчетом по СП 52-103-2007 составляет 55,8%.

Величина прогиба в середине пролета, полученного по линейному расчету, равна 12,8 мм.

При сравнении величин прогиба из табл. 2, полученных разными нелинейными методами, можно увидеть, насколько сильно отличаются значения прогибов по сравнению с линейным расчетом. Наибольшая погрешность составляет 69%.

Предельное значение прогиба для рассчитываемой рамы по рекомендациям СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»:

$$l/233,3 = 10/233,3 = 0,043 \text{ м} = 43 \text{ мм.}$$

Таким образом, при линейном расчете жесткость рамы обеспечена, а при нелинейном расчете жесткость обеспечена только по теории течения Друкера – Прагера.

Заключение

В реальной практике строительного проектирования расчет чаще проводят без учета физической нелинейности работы материала, и применение нелинейного расчета может показаться лишней процедурой. Поскольку при учете физической нелинейности максимальные напряжения в кон-

струкциях могут не только уменьшиться, но и возрасти по сравнению с линейным расчетом, запас прочности по линейному расчету в одних местах конструкции (например, на опорах балок перекрытий) оказывается излишним, а в других местах недостаточным. Кроме этого, линейный расчет недооценивает величину перемещений элементов конструкций.

Поэтому применение нелинейных расчетов должно стать стандартной процедурой при расчете конструкций зданий, их стоит использовать и в тех случаях, когда применение простых стандартных методов расчета сечений является недостаточным и не дает полной информации о поведении конструктивной системы.

Нелинейный расчет может оказаться полезным при оценке прочности уже готовой конструкции, при расчете элементов конструкций на жесткость по второй группе предельных состояний или на устойчивость. Разнонаправленность полученных результатов требует дополнительных верификационных проверок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евсеев Н.А. Учет физической нелинейности железобетонных конструкций при численных расчетах конструктивных систем // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 5 (64). С. 66–70. <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2017-14-5-66-70>
2. Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. Учет физической нелинейности при расчете железобетонных монолитных конструкций высотных зданий // Строительная механика и расчет сооружений. 2005. № 1. С. 4–8.
3. Блохина Н.С. Проблема учета физической нелинейности при расчете строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2011. № 6. С. 384–387.
4. Теплых А.В. Применение оболочечных элементов при расчетах строительных стальных конструкций в программах SCAD и Nastran с учетом геометрической и физической нелинейности // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 6. С. 49–52.
5. Теплых А.В. Применение оболочечных и объемных элементов при расчетах строительных стальных конструкций в программах SCAD и Nastran с учетом геометрической и физической нелинейности // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 3. С. 4–20. <https://doi.org/10.18720/MCE.21.4>
6. Перельмутер А.В., Тур В.В. Готовы ли мы перейти к нелинейному анализу при проектировании? // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций. 2017. № 13 (3). С. 86–102.
7. Городецкий А.С., Батрак Л.Г., Городецкий Д.А., Лазнюк М.В., Юсипенко С.В. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона. Киев: Факт, 2004. 106 с.
8. Фиалко С.Ю. Четырехузловой конечный элемент для моделирования поведения тонкостенных железобетонных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2014. № 5 (49). С. 27–36. <https://doi.org/10.5862/MCE.49.3>
9. Фиалко С.Ю. Применение метода конечных элементов к анализу прочности и несущей способности тонкостенных железобетонных конструкций с учетом физической нелинейности. М.: АСВ, 2018. 192 с.
10. Корсун В.И., Недорезов А.В., Макаренко С.Ю. Сопоставительный анализ критериев прочности для бетонов // Современное промышленное и гражданское строительство. 2014. № 1. С. 65–78.
11. Скворцов Ю.В. Теории пластичности и ползучести. Самара: СГАУ, 2013. 85 с.
12. Тарануха Н.А., Васильев А.С. Анализ критериев предельного состояния для конструкций из композитных материалов // Ученые записки КНАГТУ. 2015. № III-1(23). С. 81–87.

13. Клованич С.Ф., Мироненко И.Н. Метод конечных элементов в механике железобетона. Одесса: ОНМУ, 2007. 110 с.
14. Fialko S.Yu., Perelmuter A.V. Inelastic analysis of reinforced concrete structures in SCAD // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2019. № 15 (1). P. 54–60. <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2019-15-1-54-60>
15. Fialko S.Yu., Karpilovskyi V.S. Triangular and quadrilateral flat shell finite elements for nonlinear analysis of thin-walled reinforced concrete structures in SCAD software // Proceedings of the 11th International Conference "Shell Structures: Theory and Applications", (SSTA 2017), October 11–13, 2017. Gdansk, Poland, 2017. Vol. 4. P. 367–370. <https://doi.org/10.1201/9781315166605-83>
16. Geraymovich Y.D., Yevzerov I.D., Marchenko D.V. The new physically nonlinear

finite elements in software package LIRA 10.8 // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2019. №15 (1). P. 61–66. <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2018-15-1-61-66>
17. Hagsten L.G., Rasmussen A.B., Fisker J. Strain capacity of reinforced concrete members subjected to uniaxial tension // Procedia engineering. 2017. № 172. P. 338–346. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.038>
18. Tur V., Nadolski V. A first attempt to determine the partial factors according to Eurocodes for the verification of ULS of steel elements for conditions of the Republic of Belarus // Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering. 2016. №1/14. P. 44–50. <https://doi.org/10.5755/j01.sace.14.1.15066>
19. Рудых О.Л., Соколов Г.П., Пахомов В.Л. Введение в нелинейную строительную механику. М.: АСВ, 1998. 103 с.

REFERENCES

1. Evseev NA. Accounting of physical nonlinearity of reinforced concrete structures at computation of structural systems. *Vestnik grajdanskih ingenerov = Bulletin of Civil Engineers*. 2017;5(64):66-70. (In Russ.) <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2017-14-5-66-70>
2. Zalesov AS, Mukhamediev TA, Chistyakov EA. Physical nonlinearity accounting for calculation of reinforced concrete monolithic structures of high-rise buildings. *Stroitel'naya mehanika i raschet sooruzheniy = Structural Mechanics and Analysis of Constructions*. 2005;1:4–8. (In Russ.)
3. Blokhina NS. The problem of physical nonlinearity accounting in the building structures calculation. *Vestnik MGSU*. 2011;6:384–387. (In Russ.)
4. Teplykh AV. The use of shell elements for calculation of building steel structures in the SCAD and Nastran programs with due regard for geometrical and physical nonlinearities. *Promyshlennoe i grajdanskoe stroitel'stvo = Industrial and civil engineering*. 2011;6:49–52. (In Russ.)
5. Teplykh AV. Application of shell and solid elements in the analysis of building steel structures in the SCAD and Nastran software taking into account geometrical and physical nonlinearity. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal = Magazine of Civil Engineering*. 2011;3:4–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18720/MCE.21.4>
6. Perelmuter AV, Tur VV. Whether we are ready to proceed to a nonlinear analysis

at designing? *Mezhdunarodnyi zhurnal po raschetu grazhdanskikh i stroitel'nykh konstruksii = International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2017;13(3):86–102. (In Russ.)
7. Gorodetsky AS, Batrak LG, Gorodetsky DA, Laznyuk MV, Yusipenko SV. *Calculation and design of structures of high-rise buildings made of monolithic reinforced concrete*. Kiev, Fact; 2004. 106 p. (In Russ.)
8. Fialko SYu. Quadrilateral shell finite element for analysis of thin-walled reinforced concrete structures. *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal = Magazine of Civil Engineering*. 2014;5(49):27–36. (In Russ.) <https://doi.org/10.5862/MCE.49.3>
9. Fialko SYu. Application of finite element method to analysis of strength and bearing capacity of thin-walled reinforced concrete structures taking into account physical nonlinearity. Moscow, ASV; 2018. 192 p. (In Russ.)
10. Korsun VI, Niedoriezov AV, Makarenko SYu. Comparative analysis of the strength criteria for concrete. *Sovremennoe promyshlennoe i grajdanskoe stroitel'stvo = Modern industrial and civil engineering*. 2014;1:65–78. (In Russ.)
11. Skvortsov YuV. Plasticity and creep theories. Samara, SGAU; 2013. 85 p. (In Russ.)
12. Taranukha NA, Vasilyev AS. An analysis of limit state criteria for the construction of composite materials. *Uchenye zapiski KnAGTU = Scholarly Notes of Komsomolsk-na-Amure State Technical University*. 2015;III-1(23):81–87. (In Russ.)

13. Klovanych SF, Mironenko IN. Finite element method in reinforced concrete mechanics. Odessa, ONMU; 2007. 110 p. (In Russ.)
14. Fialko SYu, Perelmuter AV. Inelastic analysis of reinforced concrete structures in SCAD. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2019;15(1):54–60. <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2019-15-1-54-60>
15. Fialko SYu, Karpilovskyi VS. Triangular and quadrilateral flat shell finite elements for nonlinear analysis of thin-walled reinforced concrete structures in SCAD software. *Proceedings of the 11th International Conference "Shell Structures: Theory and Applications", (SSTA 2017). 11-13th October 2017, Gdansk, Poland*. Gdansk, 2017;4:367–370. <https://doi.org/10.1201/9781315166605-83>
16. Geraymovich YD, Yevzerov ID, Marchenko DV. The new physically nonlinear finite el-

ements in software package LIRA 10.8. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2019;15(1):61–66. <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2018-15-1-61-66>
17. Hagsten LG, Rasmussen AB, Fisker J. Strain capacity of reinforced concrete members subjected to uniaxial tension. *Procedia engineering*. 2017;172:338–346. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.038>
18. Tur V, Nadolski V. A first attempt to determine the partial factors according to Eurocodes for the verification of ULS of steel elements for conditions of the Republic of Belarus. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2016;1/14:44–50. <https://doi.org/10.5755/j01.sace.14.1.15066>
19. Rudykh OL, Sokolov GP, Pakhomov VL. Introduction to nonlinear construction mechanics. Moscow, ASV;1998. 103 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Куц Вадим Александрович,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: сахap818@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0443-6405>

Ященко Владимир Петрович,
кандидат технических наук,
доцент кафедры механики и сопротивления
материалов,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: vp_yashenko@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3800-0570>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors

Vadim A. Kushch,
master's degree student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: сахap818@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0443-6405>

Vladimir P. Yashchenko,
Cand. Sci (Eng.),
Associate Professor of the Department
of Mechanics and Strength of Materials,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: vp_yashenko@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3800-0570>

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interests regarding the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Статья поступила в редакцию 30.01.2021.
Одобрена после рецензирования 24.02.2021.
Принята к публикации 26.02.2021.

The article was submitted 30.01.2021.
Approved after reviewing 24.02.2021.
Accepted for publication 26.02.2021.



Сравнительный анализ результатов определения несущей способности забивной висячей сваи

© П.С. Латышев, Т.Л. Дмитриева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель работы – верификация методики определения несущей способности висячей сваи, которая является составной частью фундамента, возведенного на реальной площадке строительства, где были проведены инженерно-геологические изыскания. Исследованы результаты автоматизированных расчетов несущей способности сваи, выполненных в двух программных комплексах (ПК): а) программе «ЗАПРОС» (версия 21.1.9.7), входящей в состав программного комплекса SCAD Office; б) с использованием подсистемы «Статика», являющейся составной частью комплексной системы проектирования Ing+. Далее выполнен аналитический расчет по СП 24.13330.2012 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85», где несущая способность висячей забивной сваи определялась как сумма расчетных сопротивлений грунта основания под нижним концом сваи и грунта на ее боковой поверхности. Выполнен сравнительный анализ результатов определения несущей способности забивной висячей сваи. При сравнении данных, представленных в расчетах, было установлено, что значение, полученное в ПК «Статика», а именно модуле «Статика грунт – Железобетонная свая», ниже результата, полученного ручным аналитическим расчетом по СП (разброс составляет –2,19%). В то же время результат, выданный программой «ЗАПРОС», имеет погрешность относительно нормативного значения 13,55% в сторону завышения. Таким образом, проведенное исследование выявило несогласованность результатов, полученных с применением нормативных требований, и результатов автоматизированного расчета. Можно заключить, что использование программных комплексов не гарантирует полностью достоверный результат, не снимает ответственность с проектировщика и требует дополнительных верификационных проверок.

Ключевые слова: свайные фундаменты, несущая способность свай, забивная висячая свая, SCAD Office, Ing+.

Для цитирования: Латышев П.С., Дмитриева Т.Л. Сравнительный анализ результатов определения несущей способности забивной висячей сваи. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 48–59. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-48-59>

Comparative analysis of the determination of the load capacity of a driven hanging pile

Pavel S. Latyshev, Tatyana L. Dmitrieva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: This article is aimed at verifying a methodology for defining the load capacity of a driven hanging pile, which is part of a foundation laid on a real construction site after conducting engineering and geological surveys. The results of an automated analysis of the pile load capacity implemented in 2 software complexes (SC) – a) "Zapros" software (version 21.1.9.7), which is a part of SCAD Office software and b) with a subsystem "Statika" – a part of the complex planning system Ing+ were compared. Further, we performed a calculation analysis according to the SP 24.13330.2012 "Pile Foundations. The updated Version of SNiP 2.02.03-85", where the load capacity of a driven hanging pile is calculated as a sum of the resistivity of the foundation ground under the low part of the pile and the ground on its side surface. A comparative analysis of the obtained results established that the value calculated in SC Statika, namely in module Statika ground –concrete piles, is lower than that obtained by manual analysis according to SP (the spread is 2.19%). At the same time, the result obtained with the Zapros software produces an error higher than the normative value by 13.55%. Thus, the study has shown inconsistency in the results obtained using normative requirements and automated analysis. It can be

concluded that the use of software complexes does not guarantee an entirely reliable result, thus not abrogating the responsibility of the planner and requiring additional verification.

Keywords: load-bearing capacity of the driven hanging pile, SCAD Office, Ing+.

For citation: Latyshev PS, Dmitrieva TL. Comparative analysis of the determination of the load capacity of a driven hanging pile. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):48–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-48-59>

Введение

Одной из серьезных проблем, возникающих при проектировании зданий и сооружений, является проблема расхождения результатов автоматизированного расчета и расчета, выполненного по нормативной документации. В полной мере это касается расчета свайных фундаментов, которые находят широкое применение в современной строительной практике. Методика расчета несущей способности свай, используемых в различных инженерно-геологических условиях, подробно описывается в справочной, научной и нормативной отечественной литературе¹ [1–3]. Достаточно актуальной задачей является верификация результатов, полученных как по различным методикам расчета [4–6], так и при помощи программных комплексов. Зарубежные исследования в этой области также вызывают научный и практический интерес [7–13].

1. Определение несущей способности свайной сваи согласно нормативному подходу

Для определения несущей способности свайной сваи была выбрана реальная площадка строительства. В 2019 году на данной площадке были проведены инженерно-геологические изыскания и составлен отчет. Из отчета была выбрана скважина С-11 (рис. 1). Была назначена следующая конструкция фундамента: низ бетонной подготовки ростверка принят на отметке +466.17, сопряжение сваи с ростверком жесткое, ростверк высотой 800 мм, бетонная подготовка

толщиной 80 мм. Для расчета принята 16-метровая свая размером 350 x 350 мм с отметкой острия +451.05. Отметка природного рельефа составляет 470.80 м, что на 4,63 м выше уровня срезки.

Согласно п. 7.2.2 СП 24.13330.2012 «Свайные фундаменты» для определения несущей способности забивной свайной сваи используется формула:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{R,R} R \cdot A + u \sum \gamma_{R,f} f_i h_i). \quad (1)$$

Для ее практического применения необходимы следующие исходные данные: I_L (показатель текучести для глинистых грунтов), вид песка средней плотности, а также толщина слоев² (рис. 1). Данные занесены в табл. 1.

В формулу (1) входят следующие параметры:

γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи (кПа), принимаемое по таблице 7.2³;

A – площадь опирания на грунт сваи, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто (м²);

u – наружный периметр поперечного сечения ствола сваи (м);

f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи (кПа), принимаемое по таблице 7.3⁴, результат вычисления представлен в табл. 1, с учетом требования примечания 2 к таблице 7.3⁵ (пласты грунтов следует рас-

¹ СП 24.13330.2012. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85: введ. 20.05.2011; Кравченко В.С., Криксунов Э.З., Перельмутер М.А., Скорук Л.Н. ЗАПРОС. Расчет оснований и фундаментов. Руководство пользователя. Версия 1.1. SCAD Soft, 2006. 33 с.;

² Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общей ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. М.: Изд-во «АСВ», 2014. 728 с.;

Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1988. 415 с.;

Берлимов М.В., Ягунов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов: учеб. для техникумов. М.: Стройиздат, 1986. 173 с.;

Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: АСВ, 2010. 240 с.

³ ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация: введ. 01.01.2013.

⁴ СП 24.13330.2012. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85: введ. 20.05.2011.

⁵ Там же.

членять на однородные слои толщиной не более 2 м);

h_i – толщина i -го слоя грунта (мощность слоя), соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м (табл. 1);

$\gamma_{R,R}, \gamma_{R,f}$ – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по таблице 7.4⁶ (1 и 1).

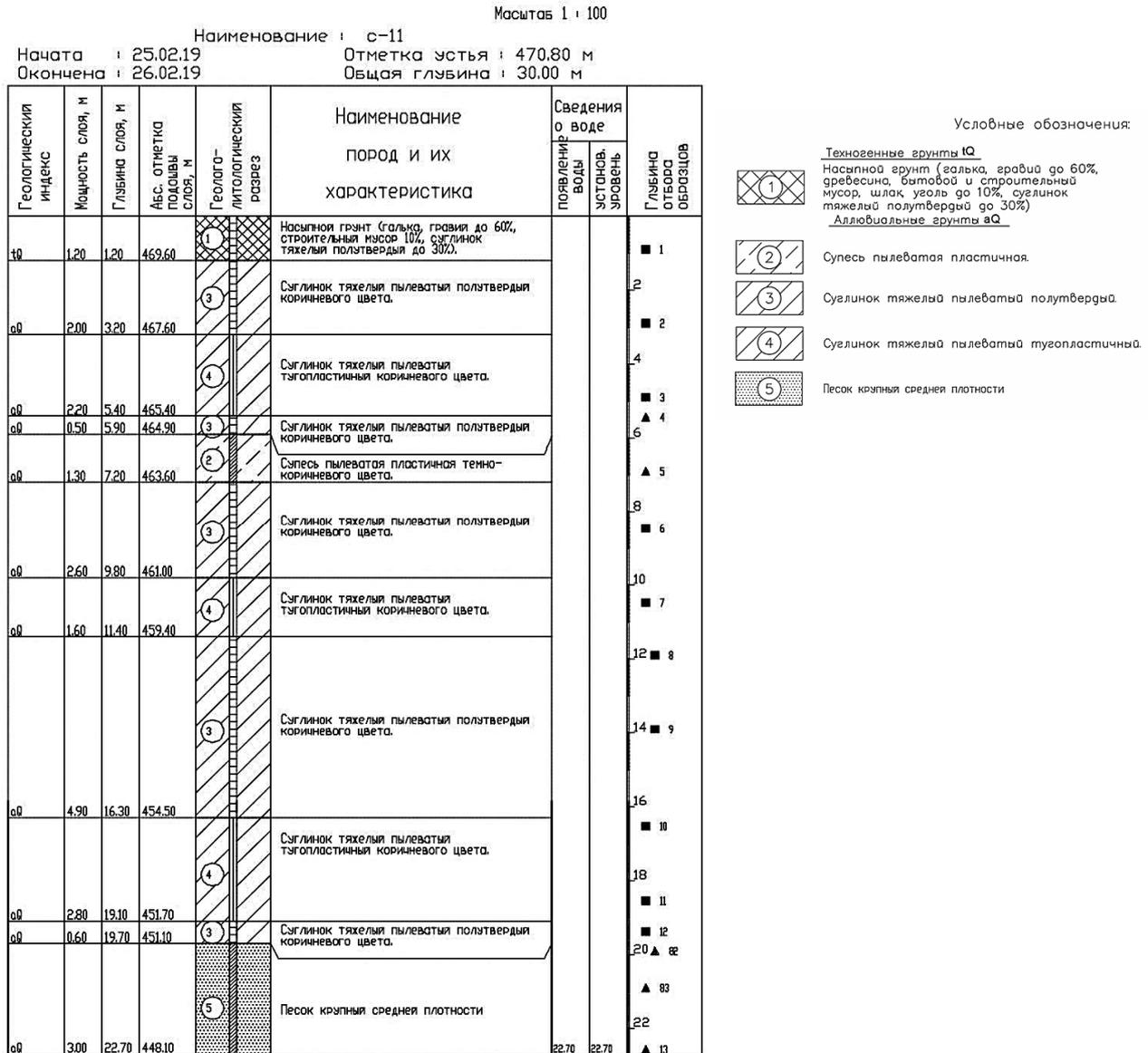


Рис. 1. Инженерно-геологическая колонка
 Fig. 1. Geotechnical column

Найдем значения этих параметров для сваи прямоугольного сечения размером 350 x 350 мм:

$$u = 0,35 \cdot 4 = 1,4 \text{ м},$$

$$A = 0,35 \cdot 0,35 = 0,1225 \text{ м}^2.$$

Глубина погружения сваи в грунт с учетом сопряжения сваи с ростверком:

$$16 - 0,8 - 0,08 = 15,12 \text{ м}.$$

Так как отметка природного рельефа выше уровня срезки на 4,63 м, то, согласно СП 24.13330.2012 «Свайные фундаменты», глубину погружения нижнего конца сваи определяем от условной отметки, расположенной на 3 м выше уровня срезки:

$$3 + 15,12 = 18,12 \text{ м}.$$

⁵ СП 24.13330.2012. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85: введ. 20.05.2011

⁶ Там же.

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом найдем по таблице 7.2⁷ че-

рез полученную глубину погружения путем интерполяции: $R = 8387$ кПа.

Подставим эти значения в формулу (1):

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{R,R} R \cdot A + u \sum \gamma_{R,f} f_i h_i) = 1 \cdot (1 \cdot 8387 \cdot 0,1225 + 1,4 \cdot 857,41) = 2227,78 \text{ кН}.$$

Таблица 1. Характеристики грунта, окружающего сваю
Table 1. Characteristics of the soil surrounding the pile

| № | № инж.-геол.эл-та | Наименование пород и их характеристика | Мощность слоя (h_i), м | Показатель текучести (I_L) | Средняя глубина расположения слоя грунта, м | Расчетное сопротивление на боковой поверхности сваи (f_i), кПа |
|---|-------------------|---|----------------------------|--------------------------------|--|--|
| 1 | ИГЭ-4 | Суглинок тяжелый пылеватый тугопластичный коричневого цвета | 0,77 | 0,34 | $3 + 0,77 / 2 = 3,385$ | 32,0 |
| 2 | ИГЭ-3 | Суглинок тяжелый пылеватый полутвердый коричневого цвета | 0,5 | 0,02 | $3,77 + 0,5 / 2 = 4,02$ | 53,06 |
| 3 | ИГЭ-2 | Супесь пылеватая пластичная темно-коричневого цвета | 1,3 | 0,17 | $4,27 + 1,3 / 2 = 4,92$ | 55,76 |
| 4 | ИГЭ-3 | Суглинок тяжелый пылеватый полутвердый коричневого цвета | 2,6 | 0,02 | $5,57 + 2 / 2 = 6,57$ $7,57 + 0,6 / 2 = 7,87$ | 59,14 61,74 |
| 5 | ИГЭ-4 | Суглинок тяжелый пылеватый тугопластичный коричневого цвета | 1,6 | 0,34 | $8,17 + 1,6 / 2 = 8,97$ | 40,376 |
| 6 | ИГЭ-3 | Суглинок тяжелый пылеватый полутвердый коричневого цвета | 4,9 | 0,02 | $9,77 + 2 / 2 = 10,77$ $11,77 + 2 / 2 = 12,77$ $13,77 + 0,9 / 2 = 14,22$ | 66,078 68,878 70,908 |
| 7 | ИГЭ-4 | Суглинок тяжелый пылеватый тугопластичный коричневого цвета | 2,8 | 0,34 | $14,67 + 2 / 2 = 15,67$ $16,67 + 0,8 / 2 = 17,07$ | 46,3628 47,5388 |
| 8 | ИГЭ-3 | Суглинок тяжелый пылеватый полутвердый коричневого цвета | 0,6 | 0,02 | $17,47 + 0,6 / 2 = 17,77$ | 75,878 |
| 9 | ИГЭ-5 | Песок крупный средней плотности | 3,0 | – | $18,07 + 0,05 / 2 = 18,095$ | 76,333 |

2. Определение несущей способности висячей сваи с использованием ПК SCAD Office

Определим несущую способность забивной висячей сваи с использованием программы «ЗАПРОС» (версия 21.1.9.7), входящей в состав программного комплекса SCAD Office. Во вкладке «Общие данные» выбираем пункт «Забивные сваи всех видов». На вкладке «Конструкция» указываем

глубину погружения нижнего конца сваи $H = 15,12$ м, глубину котлована $h_k = 4,63$ м, высоту планировки 4,63 м, ставим галочку в поле «Планировка территории», точку возле «срезкой», сечение сваи составляет 350 мм х 350 мм (рис. 2). Вкладку «Грунты» заполняем в соответствии с инженерно-геологическими характеристиками грунта (рис. 3).

⁷ СП 24.13330.2012. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85: введ. 20.05.2011.

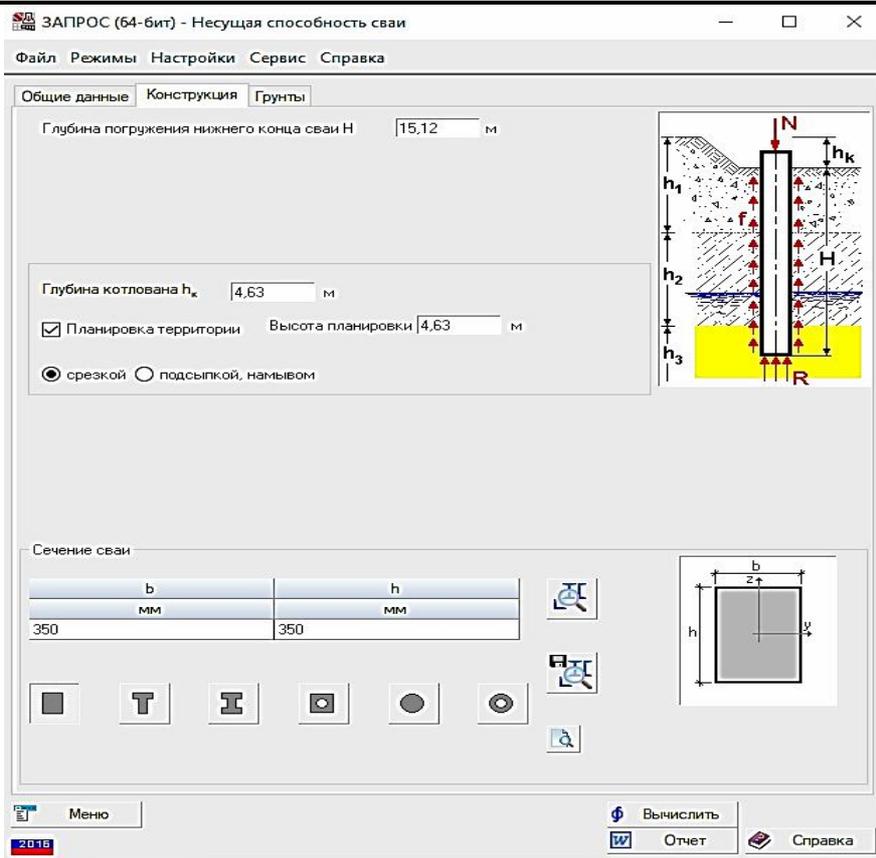


Рис. 2. Вкладка «Конструкция»
Fig. 2. "Construction" tab

Общие данные Конструкция Грунты

| Слой | Наименование | Толщина слоя | Тип грунта | Разновидность песка | Показатель текучести | Удельный вес | Угол внутреннего трения | Кэффициент условной работы грунта на боковой поверхности | Кэффициент пористости | Цвет |
|------|--------------|--------------|------------|---------------------|----------------------|--------------|-------------------------|--|-----------------------|------|
| | | м | | | | | | | | |
| 1 | ИГЗ 4 | 0,77 | пылева | | 0,34 | 19,1 | 18 | 1 | | |
| 2 | ИГЗ 3 | 0,5 | пылева | | 0,02 | 19,2 | 23 | 1 | | |
| 3 | ИГЗ 2 | 1,3 | пылева | | 0,17 | 19,1 | 23 | 1 | | |
| 4 | ИГЗ 3 | 2,6 | пылева | | 0,02 | 19,2 | 23 | 1 | | |
| 5 | ИГЗ 4 | 1,6 | пылева | | 0,34 | 19,1 | 18 | 1 | | |
| 6 | ИГЗ 3 | 4,9 | пылева | | 0,02 | 19,2 | 23 | 1 | | |
| 7 | ИГЗ 4 | 2,8 | пылева | | 0,34 | 19,1 | 18 | 1 | | |
| 8 | ИГЗ 3 | 0,6 | пылева | | 0,02 | 19,2 | 23 | 1 | | |
| 9 | ИГЗ 5 | 3 | песчань | крупный | | 19,7 | 17 | 1 | 0,58 | |

Рис. 3. Вкладка «Грунты»
Fig. 3. "Soil" tab

После выполнения расчета было получено значение несущей способности сваи $F_d = 2529,786$ кН (рис. 4), что на 13,56% выше определенного вручную по

СП 24.13330.2012 «Свайные фундаменты», а также представлен график зависимости несущей способности сваи от глубины погружения.

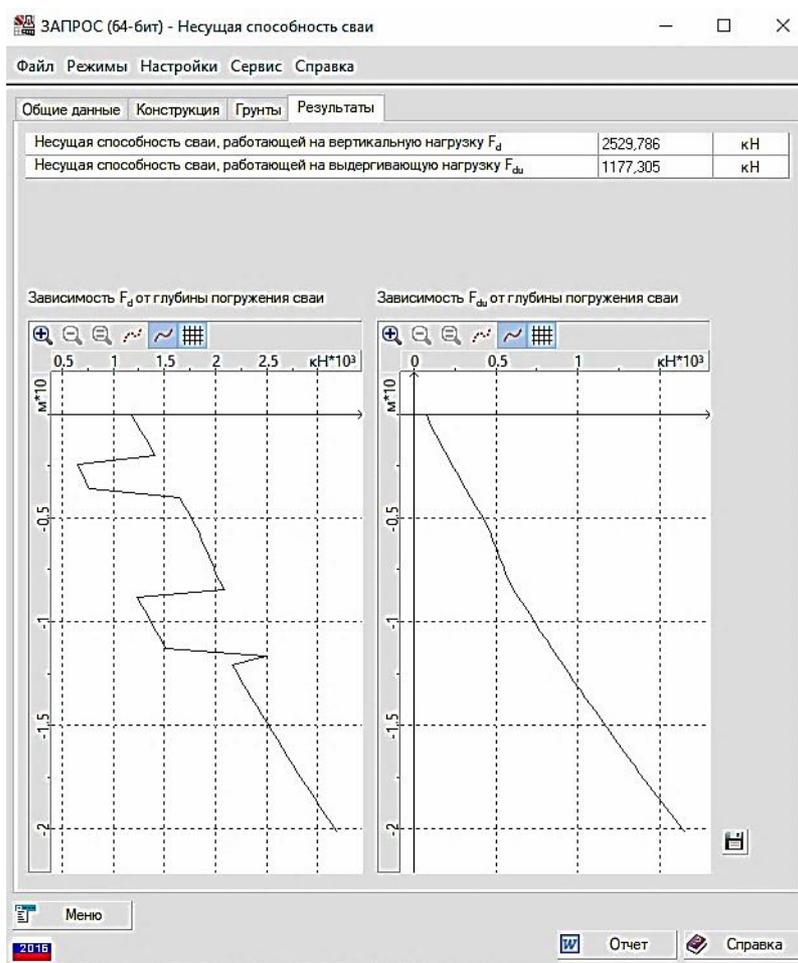


Рис. 4. Результат расчета программы «ЗАПРОС»
 Fig. 4. The result of calculating the program «REQUEST»

3. Определение несущей способности висячей сваи с использованием ПК *Ing+*

Определим несущую способность забивной висячей сваи с использованием подсистемы «Статика» комплексной системы проектирования *Ing+*. Для запуска модуля необходимо запустить *Projekt Manager 2017* и, выбрав в подсистеме «Статика» вкладку «Основания и фундаменты», щелкнуть по иконке «Свайные фундаменты» и в раскрывающемся списке выбрать «Т510.ru – Подбор сваи».

Далее заполняются вкладки. Во вкладке «СНиП» выбираем «Вид расчета – Проверка: несущей способности сваи». Во вкладке «Свая» указываем характеристики сваи (тип, вид, вид сечения, ширина сечения, длина сваи, сопряжение сваи с ростверком, способ погружения и глубину заложения ростверка от поверхности рельефа (4,63 м)). Во вкладке «Грунт» вводятся характеристики слоев грунта. Интересной особенностью подсистемы является присвоение наименования грунта в соответствии с ГОСТ в автоматиче-

ском режиме по занесенным физико-механическим характеристикам грунта.

Для выполнения расчета необходимо задать: геометрические размеры сваи и материал, армирование, характеристики грунта, а также нагрузку на сваю.

По окончании расчета формируется отчет (рис. 5–7).

Полученное в отчете значение сопротивления грунта под концом сваи $R = 8,39$ МПа равно полученному ручным способом $R = 8,387$ МПа.

Несущая способность под нижним концом сваи $F_{dn} = 1027$ кН, что соответствует значению $F_{dn} = 1 \cdot (1 \cdot 8387 \cdot 0,1225) = 1027,408$ кН, которое определено вручную.

Значение несущей способности по боковой поверхности получено $F_{df} = 1151$ кН, что меньше на 4,11% ее величины, полученной ручным способом:

$$F_{df} = 1,4 \cdot 857,41 = 1200,374 \text{ кН.}$$

Значение $F_d = 2179$ кН на 2,19% меньше результатов расчета по формуле (1), где $F_d = 2227,78$ кН.

| | | | | |
|------|---------------------|--------------------------------------|---|---------|
| Свая | Вид сваи | висячая забивная железобетонная свая | | |
| | Ширина сечения сваи | d | = | 35 см |
| | Длина сваи | l | = | 15.12 м |



Свая погружается молотом

Принимается жесткое сопряжение сваи с ростверком

| | | | | |
|--|-------|---|------|---|
| Глубина заложения ростверка от поверхности рельефа | d_n | = | 4.63 | м |
| от уровня планировки | d_0 | = | 0.00 | м |

Грунт

| Слой | Название слоя | h [м] | Вид грунта |
|------|---------------|-------|---------------------------------|
| 1 | ИГЭ-4 | 0.77 | Суглинок тугопластичный |
| 2 | ИГЭ-3 | 0.50 | Суглинок полутвердый |
| 3 | ИГЭ-2 | 1.30 | Супесь пластичная |
| 4 | ИГЭ-3 | 2.60 | Суглинок полутвердый |
| 5 | ИГЭ-4 | 1.60 | Суглинок тугопластичный |
| 6 | ИГЭ-3 | 4.90 | Суглинок полутвердый |
| 7 | ИГЭ-4 | 2.80 | Суглинок тугопластичный |
| 8 | ИГЭ-3 | 0.60 | Суглинок полутвердый |
| 9 | ИГЭ-5 | 3.00 | Песок крупный средней плотности |

| | | | | |
|--|---------------|---|------|-------------------|
| Удельный вес грунта выше уровня подошвы ростверка нормативное значение | γ_{0n} | = | 19.1 | кН/м ³ |
| расчетное значение | γ_0 | = | 21.0 | кН/м ³ |

Удельный вес грунта

| Слой | W [%] | e [-] | S_r [-] | γ_s [кН/м ³] | γ [кН/м ³] |
|------|-------|-------|-----------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 22.7 | 0.71 | 0.85 | 26.6 | 19.1 |
| 2 | 17.5 | 0.63 | 0.74 | 26.6 | 19.2 |
| 3 | 17.9 | 0.64 | 0.75 | 26.5 | 19.1 |
| 4 | 17.5 | 0.63 | 0.74 | 26.6 | 19.2 |
| 5 | 22.7 | 0.71 | 0.85 | 26.6 | 19.1 |
| 6 | 17.5 | 0.63 | 0.74 | 26.6 | 19.2 |
| 7 | 22.7 | 0.71 | 0.85 | 26.6 | 19.1 |
| 8 | 17.5 | 0.63 | 0.74 | 26.6 | 19.2 |
| 9 | 19.3 | 0.60 | 0.85 | 26.5 | 19.7 |

Консистенция глинистого грунта

| Слой | W_p [%] | W_L [%] | I_p [%] | I_L [-] |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 18.3 | 31.3 | 13.0 | 0.34 |
| 2 | 17.2 | 30.2 | 13.0 | 0.02 |
| 3 | 17.2 | 21.2 | 4.0 | 0.17 |
| 4 | 17.2 | 30.2 | 13.0 | 0.02 |
| 5 | 18.3 | 31.3 | 13.0 | 0.34 |
| 6 | 17.2 | 30.2 | 13.0 | 0.02 |
| 7 | 18.3 | 31.3 | 13.0 | 0.34 |
| ^ | ^ ^ | ^ ^ | ^ ^ | ^ ^ |

Рис. 5. Фрагмент отчета ПК «Статика», модуль «Статика грунт – Железобетонная свая (510)».

Часть 1 (начало)

Fig. 5. Fragment of the report of the PC "Static", namely the module "Ground statics – Reinforced concrete pile (510)". Part 1 (beginning)

| Кoeff. надежности | Слой | $\gamma_{\text{г}}(\sigma)$ | $\gamma_{\text{г}}(\varphi)$ | $\gamma_{\text{г}}(\gamma)$ |
|-------------------|------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | 1 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 2 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 3 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 4 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 5 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 6 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 7 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 8 | 1.50 | 1.15 | 1.10 |
| | 9 | 1.50 | 1.10 | 1.10 |

Характеристики грунта

| Слой | $\sigma_{\text{г}}$ [кПа] | $\varphi_{\text{г}}$ [град] | $\gamma_{\text{г}}$ [кН/м ³] | $\sigma_{\text{г}}$ [кПа] | $\varphi_{\text{г}}$ [град] | $\gamma_{\text{г}}$ [кН/м ³] | E [МПа] | ν [-] |
|------|------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|---|------------|--------------|
| 1 | 26.0 | 18.0 | 19.1 | 17.3 | 15.7 | 17.4 | 11.0 | 0.35 |
| 2 | 27.0 | 23.0 | 19.2 | 18.0 | 20.0 | 17.5 | 18.0 | 0.35 |
| 3 | 19.0 | 23.0 | 19.1 | 12.7 | 20.0 | 17.4 | 22.0 | 0.30 |
| 4 | 27.0 | 23.0 | 19.2 | 18.0 | 20.0 | 17.5 | 18.0 | 0.35 |
| 5 | 26.0 | 18.0 | 19.1 | 17.3 | 15.7 | 17.4 | 11.0 | 0.35 |
| 6 | 27.0 | 23.0 | 19.2 | 18.0 | 20.0 | 17.5 | 18.0 | 0.35 |
| 7 | 26.0 | 18.0 | 19.1 | 17.3 | 15.7 | 17.4 | 11.0 | 0.35 |
| 8 | 27.0 | 23.0 | 19.2 | 18.0 | 20.0 | 17.5 | 18.0 | 0.35 |
| 9 | 7.0 | 17.0 | 19.7 | 4.7 | 15.5 | 17.9 | 29.0 | 0.30 |

Проверка прочности грунта основания сваи при сжимающей нагрузке

| Комбинация нагрузок | N [кН] | Нагрузка (Кoeffициент) |
|---------------------|--------|------------------------|
| | 330.0 | 1 (1.10) |

Сопротивление грунта под концом сваи

$$R = 8.39 \text{ МПа}$$

$$\text{при глубине заложения } h = 18.12 \text{ м}$$

$$\text{Кoeffициент условий работы } \gamma_{\text{сR}} = 1.00 \text{ -}$$

Сопротивление грунта на боковой поверхности сваи f

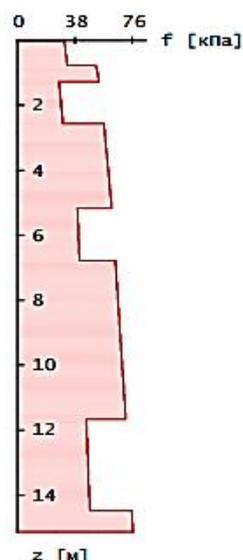
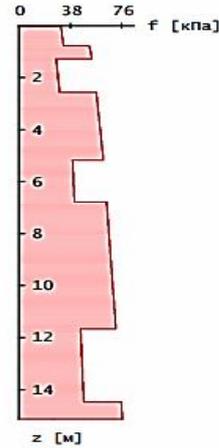


Рис. 6. Фрагмент отчета ПК «Статика», модуль «Статика грунт – Железобетонная свая (510)».
 Часть 2 (продолжение)

Fig. 6. Fragment of the report of the PC "Static", namely the module "Ground statics - Reinforced concrete pile (510)". Part 2 (continuation)

Сопротивление грунта на боковой поверхности сваи f



| Слой | z_1 [м] | z_2 [м] | γ_{cf} [-] | f_1 [кПа] | f_2 [кПа] |
|------|--------------|--------------|----------------------|----------------|----------------|
| 1 | 0.00 | 0.77 | 1.00 | 31.0 | 33.0 |
| 2 | 0.77 | 1.27 | 1.00 | 51.9 | 53.8 |
| 3 | 1.27 | 2.57 | 1.00 | 27.5 | 30.1 |
| 4 | 2.57 | 5.17 | 1.00 | 57.1 | 62.3 |
| 5 | 5.17 | 6.77 | 1.00 | 39.7 | 41.0 |
| 6 | 6.77 | 11.67 | 1.00 | 64.7 | 71.5 |
| 7 | 11.67 | 14.47 | 1.00 | 45.5 | 47.9 |
| 8 | 14.47 | 15.07 | 1.00 | 75.5 | 76.3 |
| 9 | 15.07 | 15.12 | 1.00 | 76.3 | 76.4 |

Примечание

Значение f для супесей при $I_p \leq 4$ и $e < 0.8$ определяется как для пылеватых песков

Площадь опирания на грунт $A = 1225$ см²
 Периметр сечения сваи $u = 140.0$ см

Коэффициент условий работы сваи при сжатии $\gamma_c = 1.00$ -

Несущая способность сваи
 $F_d = F_{dR} + F_{df} = 1027 + 1151 = 2179$ кН

Рис. 7. Фрагмент отчета ПК «Статика», модуль «Статика грунт – Железобетонная свая (510)». Часть 3 (окончание)

Fig. 7. Fragment of the report of the PC “Static”, namely the module “Ground statics – Reinforced concrete pile (510)”. Part 3 (end)

Основные результаты и выводы

В результате сравнения величины несущей способности свай, полученной нормативным расчетом и в автоматизированных расчетах по 2-м программным комплексам, было установлено, что значения,

полученные в ПК «Статика», а именно модуле «Статика грунт – Железобетонная свая», ближе к результатам ручного расчета по СП 24.13330.2012 «Свайные фундаменты». Сравнительные результаты занесены в табл. 2.

Таблица 2. Полученные результаты
 Table 2. Obtained results

| № | Способ определения | Значение F_d , кН | Погрешность, % |
|---|--------------------|---------------------|----------------|
| 1 | Ручной расчет | 2227,78 | - |
| 2 | «ЗАПРОС» | 2529,786 | 13,56 |
| 3 | ПК «Статика» | 2179 | -2,19 |

Следует отметить, что расчет по программе «ЗАПРОС», входящей в состав ПК SCAD Office, привел к результату, в котором несущая способность сваи завышена, то есть условие прочности согласно нормативному значению не выполняется.

Расчет с использованием ПК «Статика», напротив, привел к результату с небольшим запасом прочности. Таким образом, использование программных комплексов не гарантирует полностью достоверный результат, не снимает ответственность с проектировщика и требует дополнительных верификационных проверок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кургузов К.В., Фоменко И.К., Сироткина О.Н. Оценка несущей способности свай. Методы расчета и проблематика // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 10. С. 7–25. <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/10/2294>.
2. Булатов Г.Я., Лысякова Е.И., Корневская М.А. Обобщение расчетов несущей способности сваи по грунту // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 6 (21). С. 120–127.
3. Димов Л.А., Димов И.Л. Несущая способность свай в глинистых грунтах по результатам расчетов и полевых испытаний // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2006. № 3. С. 26–29.
4. Жакулин А.С., Жакулина А.А. Расчетные сопротивления грунтов свайных фундаментов // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. 2016. № 1 (51). С. 209–213.
5. Курдюк А.Ю., Устюгов С.В., Дисяев Д.П. Анализ различных методик по определению несущей способности свайных фундаментов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2017. № 4 (22). С. 19–23.
6. Zhussupbekov A., Utepov Y., Borgekova K., Omarov A., Chang Der-Wen. Estimating the driven pile capacities for COF project in west Kazakhstan // Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2019. Vol. 56. № 2. p. 121–127. <https://doi.org/10.1007/s11204-019-09579-6>
7. Shengyang Feng, Xiangyang Li, Fuliang Jiang, Lin Lei, Zhi Chen. A Nonlinear Approach for Time Dependent Settlement Analysis of a Single Pile and Pile Groups // Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2017. Vol. 54. № 1. p. 7–16. <https://doi.org/10.1007/s11204-017-9426-8>
8. Zhang-qi Xia, Jin-feng Zou. Simplified Approach for Settlement Analysis of Vertically Loaded Pile // Journal of Engineering Mechanics. 2017. Vol. 143. Issue 11. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EM.1943-7889.0001334](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EM.1943-7889.0001334)
9. Jegandan S., Thusyanthan N.I., Robert D.J. Axial bearing capacity of driven piles in accordance with API and DNV // 7th International Conference Offshore Site Investigation and Geotechnics: Integrated Technologies – Present and Future (London, 12–14 September 2012). London, 2012. P. 525–532.
10. Martin J., Budden D., Norman S. Pile tests to justify higher adhesion factors in London Clay // Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Geotechnical Engineering. 2016. Vol. 169. Issue 2. P. 121–128. <https://doi.org/10.1680/jgeen.15.00053>
11. Guojun Cai, Songyu Liu, Liyuan Tong, Guangyin Du. Assessment of direct CPT and CPTu methods for predicting the ultimate bearing capacity of single piles // Engineering Geology. 2009. Vol. 104. Issues 3–4. p. 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.10.010>
12. Guojun Cai, Songyu Liu, Puppala A.J. Reliability assessment of CPTU-based pile capacity predictions in soft clay deposits // Engineering Geology. 2012. Vol. 141–142. p. 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.05.006>
13. Wrana B. Pile load capacity – calculation methods // Studia Geotechnica et Mechanica. 2015. Vol. 37, № 4. <https://doi.org/10.1515/sgem-2015-0048>

REFERENCES

1. Kurguzov KV, Fomenko IK, Sirotkina ON. Calculation of driven pile bearing capacity. Analytical methods and issues. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov = Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2019;330(10):7–25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/10/2294>
2. Bulatov GYa, Lysyakova EI, Korenevskaya MA. The resumptive pile load capacity equation. *Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzhenii = Construction of Unique Buildings and Structures*. 2014;6(21):120–127(In Russ.).
3. Dimov LA, Dimov IL. Bearing capacity of piles in clayey soils from calculations and field tests. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov = Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2006;43(3): 109–113 (In Russ.)
4. Zhakulin AS, Zhakulina AA. Design resistance of soils of pile foundations. *Vestnik Kyrgyzskogo gosudarstvennogo universiteta stroitel'stva, transporta i arkhitektury im. N. Isanova*. 2016;1(51):209–213. (In Russ.)

5. Kurdyuk AYu, Ustyugov SV, Disyaev DP. The analysis of various methods of determination of the bearing ability of the pile bases. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya*. 2017;4(22):19–23. (In Russ.)
6. Zhussupbekov A, Uteпов Y, Borgekova K, Omarov A, Chang Der-Wen. Estimating the driven pile capacities for COF project in west Kazakhstan. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2019;56(2):121–127. <https://doi.org/10.1007/s11204-019-09579-6>
7. Shengyang Feng, Xiangyang Li, Fuliang Jiang, Lin Lei, Zhi Chen. A Nonlinear Approach for Time Dependent Settlement Analysis of a Single Pile and Pile Groups. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2017;54(1):7–16. <https://doi.org/10.1007/s11204-017-9426-8>
8. Zhang-qi Xia, Jin-feng Zou. Simplified Approach for Settlement Analysis of Vertically Loaded Pile. *Journal of Engineering Mechanics*. 2017;143(11). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EM.1943-7889.0001334](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EM.1943-7889.0001334)
9. Jegandan S, Thusyanthan NI, Robert DJ. Axial bearing capacity of driven piles in accordance with API and DNV. *7th International Conference Offshore Site Investigation and Geotechnics: Integrated Technologies – Present and Future*. 12–14 September 2012, London. London; 2012. p. 525–532.
10. Martin J, Budden D, Norman S. Pile tests to justify higher adhesion factors in London Clay. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Geotechnical Engineering*. 2016;169(2):121–128. <https://doi.org/10.1680/jgeen.15.00053>
11. Guojun Cai, Songyu Liu, Liyuan Tong, Guangyin Du. Assessment of direct CPT and CPTU methods for predicting the ultimate bearing capacity of single piles. *Engineering Geology*. 2009;104(3–4):211–222. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.10.010>
12. Guojun Cai, Songyu Liu, Puppala AJ. Reliability assessment of CPTU-based pile capacity predictions in soft clay deposits. *Engineering Geology*. 2012;141–142:84–91. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.05.006>
13. Wrana B. Pile load capacity – calculation methods. *Studia Geotechnica et Mechanica*. 2015;37(4). <https://doi.org/10.1515/sgem-2015-0048>

Сведения об авторах

Латышев Павел Сергеевич, студент, Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия, e-mail: l4tpavel@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6825-3766>

Дмитриева Татьяна Львовна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой механики и сопротивления материалов, Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия, ✉e-mail: dmitrievat@list.ru ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4622-9025>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors

Pavel S. Latyshev, Student, Irkutsk National Research Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia, e-mail: l4tpavel@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6825-3766>

Tatyana L. Dmitrieva, Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor, Head of the Department of Mechanics and Resistance of Materials, Irkutsk National Research Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia, ✉e-mail: dmitrievat@list.ru ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4622-9025>

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interests regarding the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Статья поступила в редакцию 25.12.2020.
Одобрена после рецензирования 22.01.2021.
Принята к публикации 25.01.2021.

The article was submitted 25.12.2020.
Approved after reviewing 22.01.2021.
Accepted for publication 25.01.2021.



Методика избыточных проектных схем и метод поконтурной минимизации систем группового водоснабжения и водоотведения

© М.В. Мороз

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Из-за неравномерности распределения водных ресурсов по территории нашей страны многие населенные пункты и даже города не имеют своих источников водоснабжения и водоемов, куда можно было бы сбрасывать очищенные сточные воды. Для решения этой проблемы проектируются, строятся и развиваются групповые и районные системы водоснабжения и водоотведения, протяженность которых насчитывает сотни и даже тысячи километров. На строительство и эксплуатацию таких сооружений ежегодно требуются значительные финансовые вложения. Поэтому вопросы выбора трасс, состава сооружений, и особенно способов транспортировки воды и сточных вод, обоснования мест расположения водозаборов, очистных сооружений являются актуальными и требуют особого внимания и разработки комплексной методики оптимизации структуры и параметров систем водоснабжения и водоотведения. В работе предлагается на основе предварительно построенного избыточного графа метод поконтурной минимизации структуры сооружений и способов подачи воды потребителям, транспортировки сточных вод на очистные сооружения трубопроводным и автомобильным транспортом. Избыточный граф включает всевозможные связи (ребра, дуги), которые моделируют трубопроводный и автомобильный транспорт, между вершинами, которые моделируют существующие и новые источники воды и сброса стоков, канализационные очистные сооружения, насосные станции, регулирующие резервуары и потребителей. Метод выделяет наилучшие (с точки зрения минимума затрат жизненного цикла) ребра, дуги и вершины графа и находит им соответствующие параметры трубопроводных и автомобильных участков сети и сооружений. Данный метод основан на процедуре обхода контуров и последовательной замены ветвей дерева ходами, при этом лучший вариант в виде остова дерева запоминается. По результатам проведенных численных экспериментов показано, что применение комбинированных (трубопроводных и автомобильных) систем транспортировки воды по затратам жизненного цикла является оптимальным.

Ключевые слова: системы группового водоснабжения и водоотведения, методика построения избыточного графа, метод поконтурной минимизации систем водоснабжения и водоотведения

Для цитирования: Мороз М.В. Методика избыточных проектных схем и метод поконтурной минимизации систем группового водоснабжения и водоотведения. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 60–73. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-60-73>

The method of redundant design schemes and the method of contour minimization of group water supply and sewerage systems

Mariya V. Moroz

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: Due to the uneven distribution of water resources across the territory of Russia, many settlements and even cities do not have own sources of water supply and reservoirs, where treated wastewater could be discharged. To solve this problem, group and district water supply and sewerage systems are designed, built, and developed, hundreds and even thousands of kilometers long. The construction and operation of such facilities require significant financial investments every year. Therefore, the issues of the choice of routes, the structure of facilities, and particularly the methods of transporting water and wastewater, justifying the locations of water intakes and treat-

ment facilities are relevant and require special attention and development of a comprehensive methodology for optimizing the structure and parameters of water supply and sewerage systems. The paper proposes, on the basis of a previously constructed redundant graph, the method of contour minimization of the structure of facilities and ways of supplying water to end users, transporting wastewater to treatment plants by pipelines and trucks. The redundant graph includes all kinds of connections (edges, arcs) that simulate pipelines and trucks, between vertices that simulate existing and new sources of water and wastewater discharges, sewage treatment plants, pumping stations, control tanks, and end users. The method selects the best (from the point of view of minimal life cycle costs) edges, arcs, and vertices of the graph and determines the corresponding parameters of pipeline and road sections of the network and facilities. This method is based on the procedure of traversing the contours and sequentially replacing the branches of the tree with moves, while the best option is remembered in the form of a spanning tree. Based on the results of the performed numerical experiments, it was shown that the use of combined (pipeline and truck) systems for transporting water in terms of life cycle costs is optimal.

Keywords: group water supply and sanitation systems, methods of constructing an excess graph, the method of contour-by-contour minimization of water supply and sanitation systems

For citation: Moroz MV. The method of redundant design schemes and the method of contour minimization of group water supply and sewerage systems. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):60–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-60-73>

Введение

Как показала практика проектирования инженерных систем различного технологического назначения [1–7], наибольший экономический эффект достигается при решении схемно-структурных и схемно-параметрических задач оптимизации. Применительно к системам водоснабжения и водоотведения к этим задачам относятся [8–14]:

- обоснование местоположения и параметров источников водоснабжения (ИВ);
- выбор местоположения водопроводных (ВОС) и канализационных очистных сооружений (КОС), включая места сброса очищенных сточных вод в естественные и искусственные водоемы;
- оптимизация трассы и параметров трубопроводов, мест размещения, напоров и производительности водопроводных и канализационных насосных станций;
- обоснования вида транспортирования воды и стоков (трубопроводный, автомобильный, железнодорожный, водный транспорт);
- обоснования способов прокладки трубопроводов (наземная, подземная, с нагревом воды и в теплоизоляции, с организацией циркуляции и без нее);
- оптимизация трассы и параметров напорных трубопроводов, уклонов самотечных коллекторов, мест размещения, напоров и производительности насосных

станций, параметров сопрягающих сооружений;

– комплексная оптимизации систем водоснабжения и водоотведения, включающая все перечислены задачи.

Именно эти вопросы и задачи являются предметом исследования настоящей работы.

Особого внимания заслуживает задача выбора вида транспортировки питьевой воды, исходных и очищенных стоков. Целесообразность назначения какого-то определенного вида транспорта зависит от многих факторов и конкретной ситуации. При этом следует отметить, что для обеспечения водой и отвоза сточных вод от отдельных потребителей частного сектора, которые не подключены к централизованным системам водоснабжения и водоотведения, уже используется автомобильный транспорт. Однако выбор вида транспорта производится на интуитивной основе без каких-либо технико-экономических обоснований. Вместе с тем возникает вопрос, при какой производительности и потребности в воде и отведении стоков экономически выгодно использовать тот или иной вид транспорта и какие при этом будут расстояния, структура сооружений и трассы. В работах [15, 16] исследованы и получены экономически выгодные диапазоны использования автомобильного транспорта в зависимости от объемов и дальности транспортирования воды и стоков. Эти зависимости используются в предлагаемой комплексной методике оптими-

зации структуры и параметров систем водоснабжения и водоотведения.

Методы

Задача выбора оптимальных трассы и параметров сооружений, вида транспортировки воды и стоков в системах водоснабжения и водоотведения разветвленной структуры формулируется следующим образом.

Пусть построен избыточный граф, моделирующий всевозможные связи (ребра, дуги) в виде автомобильного и трубопроводного транспорта между вершинами, моделирующими ИВ и места сброса стоков, КОС, насосные станции, регулирующие резервуары и потребителей. Требуется определить подграф в виде дерева и найти наилучшие (с точки зрения минимума затрат жизненного цикла [17, 18]) параметры водозаборных, очистных сооружений, трубопроводных и автомобильных участков сети [19, 20].

Для решения этой задачи предлагается новый подход [21], который сводится к сложному и многоуровневому итеративному процессу, где реализация каждой из внешних (больших) итераций осуществляется в два этапа.

На первом этапе строится одно из возможных деревьев начального приближения и вычисляются затраты жизненного цикла для соответствующего ему варианта схемы систем водоснабжения и водоотведения.

На втором этапе данное решение улучшается путем последовательной замены ветвей полученного дерева хордами (хорда – это участок, не вошедший в дерево). После этого осуществляется переход к следующей итерации, для которой уже в качестве начального приближения принимается лучший вариант дерева, полученный на предыдущей итерации, и т.д. Если на внешней итерации не будет найдено лучшего решения (по отношению к предыдущей итерации), вычислительный процесс считается законченным.

Если одновременно с задачей оптимизации трассы решается вопрос о выборе мест расположения источников воды или сброса стоков и их производительностей, то в избыточную схему вводятся фиктивные ветви, связывающие возможные места их расположения с общим узлом. Эти фиктивные ветви будут моделировать производительности и стоимости возможных ИВ. В результате оптимизации часть фиктивных ветвей будет отбракована, а на оставшихся величины расходов будут отве-

чать оптимальному распределению суммарной нагрузки между ИВ и местами установки ВОС и КОС.

В предлагаемой методике в качестве начального приближения принимается остовное дерево минимальной стоимости относительно удельных (на 1 м³/с воды и стоков) затрат жизненного цикла. Это дерево строится на основе алгоритма Дейкстры [22, 23].

При фиксированном остожном дереве на исходном избыточном графе все ветви графа можно разделить на два подмножества: (m-1) ветвей дерева и (c) участков, не вошедших в дерево и называемых хордами. Добавление к дереву некоторой хорды (r::r=1, ..., c) образует фундаментальный контур (или цикл). Следовательно, каждому остожному дереву сети будет отвечать единственная фундаментальная (хордовая) система контуров. В соответствии с этим, разбивая матрицы смежности участков и узлов (A), участков и контуров (B) и векторы расходов (X) сети на матрицы и векторы хорд (A_x, B_x, X_x) и ветвей дерева (A_o, B_o, X_o), запишем задачу оптимизации следующим образом:

$$\Phi(x) = \sum_{i=1}^n \Phi_i(x) = \sum_{i=1}^c \Phi_i(x) + \sum_{i=c+1}^n \Phi_i(x), \quad (1)$$

$$\text{при } A_x \cdot X_x + A_o \cdot X_o = Q. \quad (2)$$

Здесь $\Phi(x)$ – критериальная функция затрат жизненного цикла систем водоснабжения и водоотведения. (2) – уравнение материального баланса потоков в узлах избыточной схемы. Q – вектор узловых притоков и отборов воды и стоков (n – количество участков, c – количество контуров избыточной схемы). Условия материального баланса преобразуем следующим образом:

$$x_o = A_o^{-1} \cdot (Q - A_x \cdot x_x);$$

$$x_o = A_o^{-1} \cdot Q - A_o^{-1} \cdot A_x \cdot x_x.$$

Из теории графов [16] известно, что $-A_o^{-1} \cdot A_x = B_o^T$, а $-A_o^{-1} = R_o^T$ есть транспонированная матрица путей.

С учетом матрицы путей [16] расход на ветвях дерева можно представить как функцию расхода на хордах:

$$x_o = B_o^T \cdot x_x - R_o^T \cdot Q,$$

или

$$x_{oi} = \sum_{r=1}^c \epsilon_{or} \cdot x_{xr} - \sum_{j=1}^{m-1} a_{ij} \cdot Q_j; \quad i=1, \dots, m-1. \quad (3)$$

С учетом (3) формула (1) примет следующий вид:

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^c \Phi_i(x_i) + \sum_{i=c+1}^n \Phi_i \left(\sum_{r=1}^c \epsilon_{or} \cdot x_{xr} - \sum_{j=1}^{m-1} a_{ij} \cdot Q_j \right) \right\}. \quad (4)$$

Согласно выражению (4), с изменением хордовой переменной X_x в контуре r меняется величина x_{gi} только на ветвях дерева, принадлежащих данному контуру, а нагрузки остальных участков остаются неизменными.

Следовательно, можно организовать процесс поконтурной (покоординатной относительно контурных расходов) минимизации критериальной функции, фиксируя на каждом шаге значения остальных независимых переменных. При этом минимизация по каждой очередной контурной переменной осуществляется для оптимальных значений контурных расходов, полученных на предыдущих шагах (то есть формируется процедура типа метода Зейделя).

Результаты и их обсуждение

Таким образом, предлагается на основе методики построения избыточного графа метод поконтурной минимизации структуры сооружений и способов подачи воды потребителям, транспортировки сточных вод на очистные сооружения трубопроводным и автомобильным транспортом. Избыточный граф включает всевозможные связи между существующими и новыми источниками воды и сброса стоков, канализационными очистными сооружениями, насосными станциями, регулирующими резервуарами и потребителями.

Метод поконтурной минимизации выделяет на этом графе подграф в виде остова дерева и определяет наилучшие (с точки зрения минимума затрат жизненного цикла) параметры трубопроводных и автомобильных участков сети и сооружений. Метод основан на целенаправленном и ограниченном переборе вариантов деревьев избыточного графа по схеме обхода контуров и последовательной замены ветвей дерева хордами. При этом лучший вариант запоминается.

Проиллюстрируем этот подход на примере избыточной схемы системы водоснабжения, состоящей из 12 участков (n) и 9 узлов (m), одного фиксированного источника воды в узле 1 и 8 потребителей (стрелками от узлов указаны объемы потребляемой воды в л/с в населенных пунктах, над участками показаны их длины в км). Эта схема представлена на рис. 1. На рис. 2 показан вариант начального приближения в виде дерева кратчайших рас-

стояний (затраты жизненного цикла этого варианта составляют 35 779 698 тыс. руб.).

Первый цикл итераций показан на рис. 1–6. На рис. 3а–d представлены этапы оптимизации относительно первого контура (лучшим является вариант, приведенный на рис. 3с, его затраты составляют 35 546 298 тыс. руб., красным цветом указаны участки с автомобильным транспортом).

После оптимизации второго контура (рис. 4а–d) оптимальным стал вариант, показанный на рис. 4с (затраты жизненного цикла составили 35 086 086 тыс. руб.). После оптимизации третьего контура (рис. 5а–d) оптимальным стал вариант, представленный на рис. 5с (затраты жизненного цикла составили 34 992 726 тыс. руб.).

После оптимизации четвертого контура (рис. 6а–d) оптимальным стал вариант, приведенный на рис. 6а (затраты жизненного цикла составили 34 992 726 тыс. руб.).

Второй цикл итераций осуществляется снова, начиная с первого контура, после оптимизации которого (рис. 7а–f) оптимальным выбрался вариант, представленный на рис. 7f (затраты жизненного цикла составили 34 501 212 тыс. руб.). После оптимизации второго контура (рис. 8а–d) оптимальным стал вариант, показанный на рис. 8а (затраты жизненного цикла – 34 501 212 тыс. руб.). После оптимизации третьего контура (рис. 9а–d) оптимальным стал вариант, представленный на рис. 9а (затраты жизненного цикла составили 34 501 212 тыс. руб.). После оптимизации первого контура третьего цикла (рис. 10а–f) оптимальным стал вариант, показанный на рис. 10а (затраты жизненного цикла составили 34 501 212 тыс. руб.). Таким образом, на второй внешней итерации не произошло улучшения варианта оптимизации.

Расчет считается законченным и окончательный оптимальный вариант представлен на рис. 11.

Если оптимизацию производить только для трубопроводного транспорта, то оптимальное решение будет соответствовать варианту, представленному на рис. 12, и его затраты жизненного цикла будут составлять 46 977 708 тыс. руб.

Если оптимизацию производить только для автомобильного транспорта, то оптимальное решение будет также соответствовать варианту, представленному на рис. 12, его затраты жизненного цикла составят 43 101 698 тыс. руб.

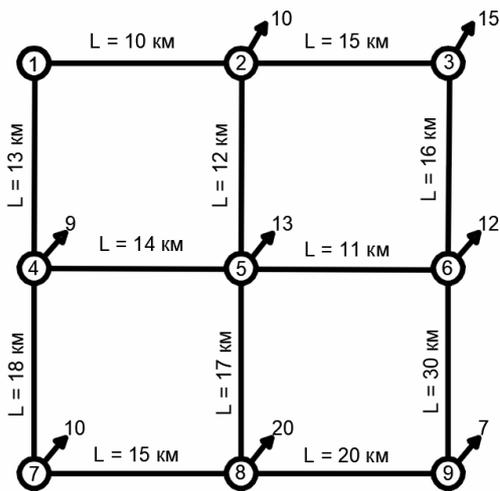


Рис. 1. Избыточная схема системы водоснабжения
Fig. 1. Redundant water supply system diagram

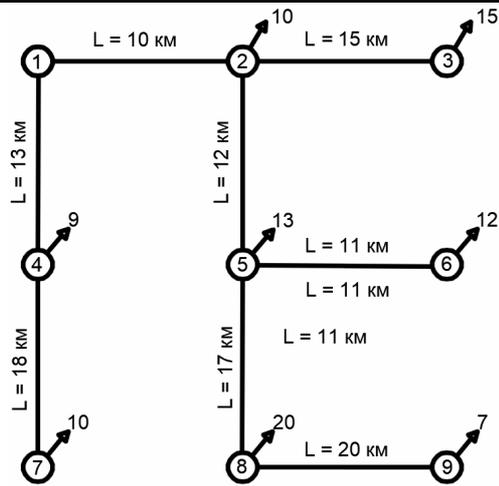
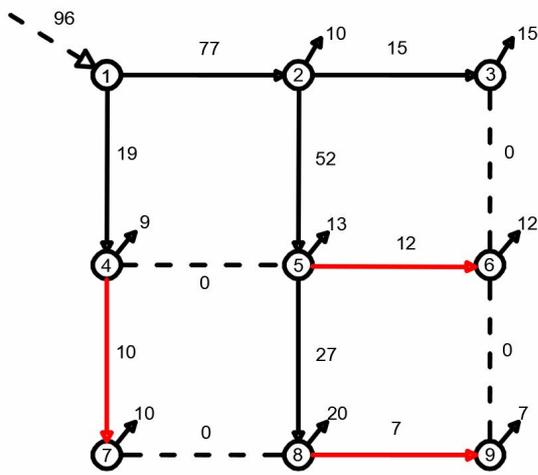
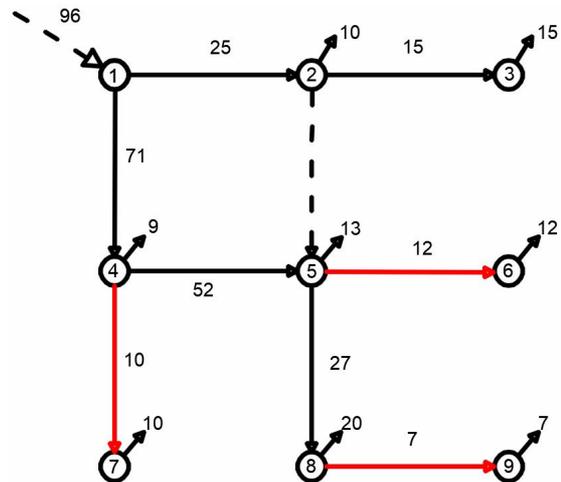


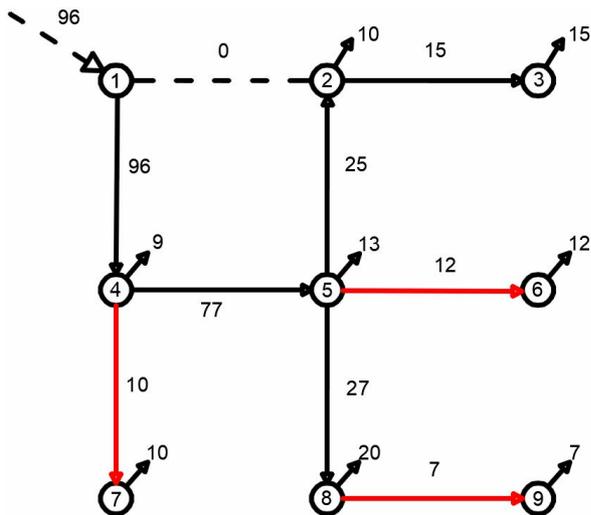
Рис. 2. Дерево кратчайших расстояний
Fig. 2. The tree of shortest distances



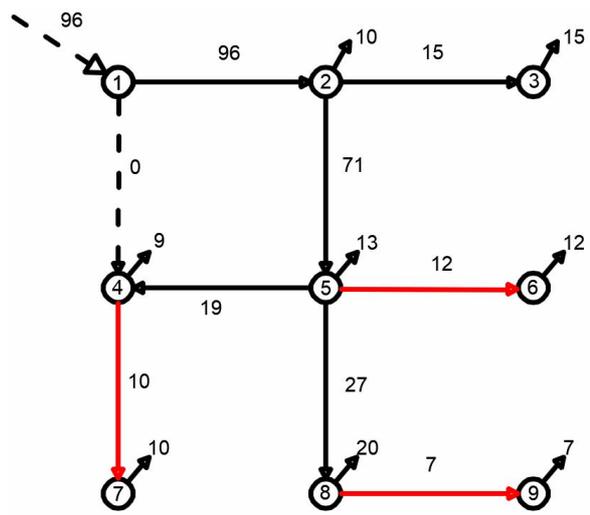
a)



b)



c)



d)

Рис. 3. Этап оптимизации относительно первого контура
Fig. 3. Optimization stage relative to the first contour

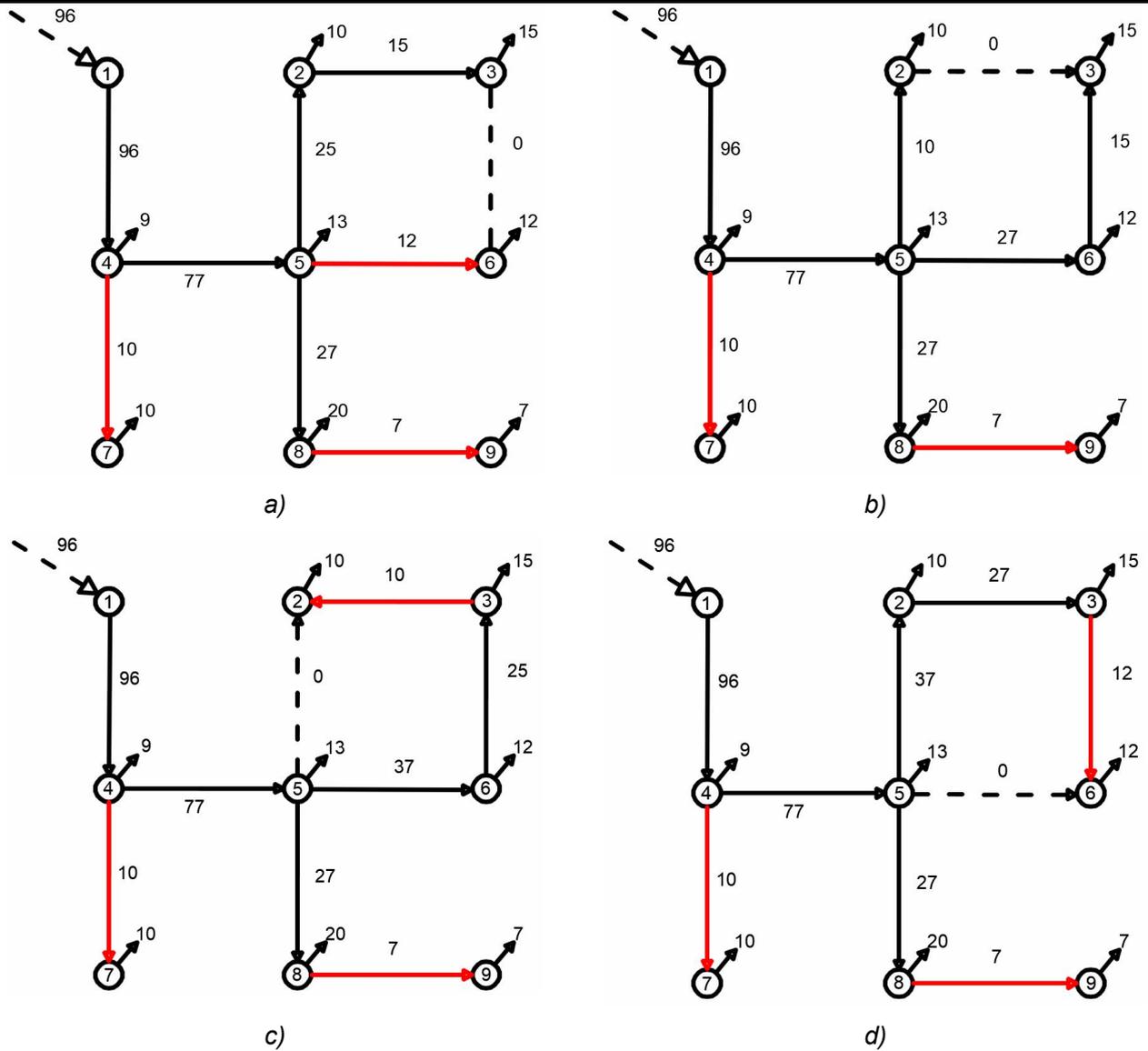
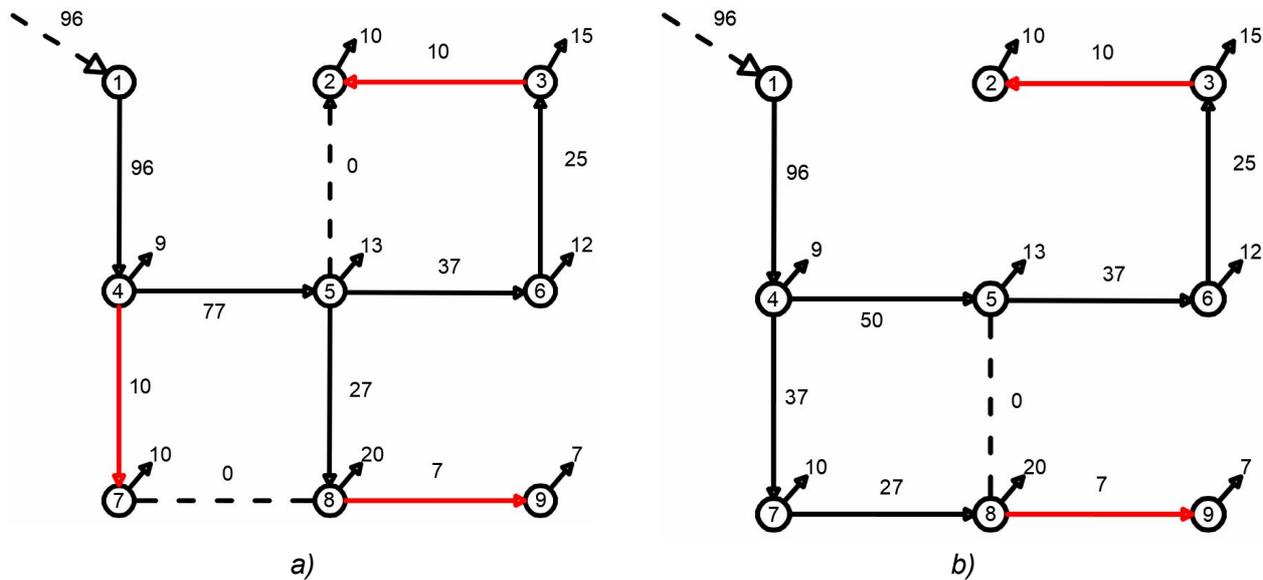


Рис. 4. Этап оптимизации относительно второго контура
 Fig. 4. Optimization stage relative to the second circuit



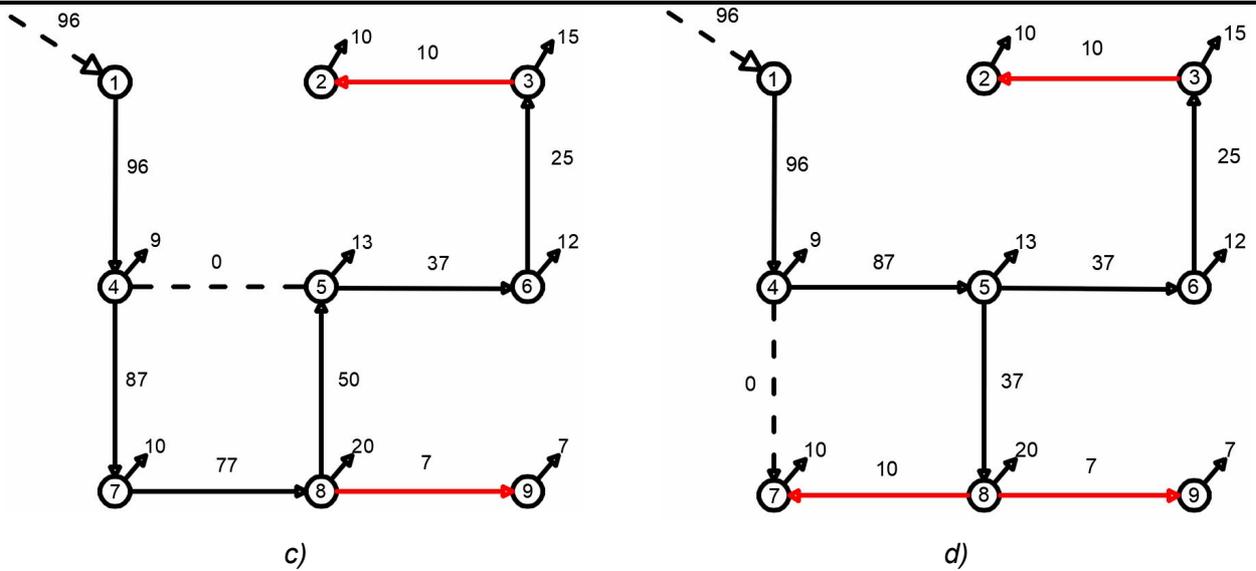


Рис. 5. Этап оптимизации относительно третьего контура
Fig. 5. Optimization stage relative to the third circuit

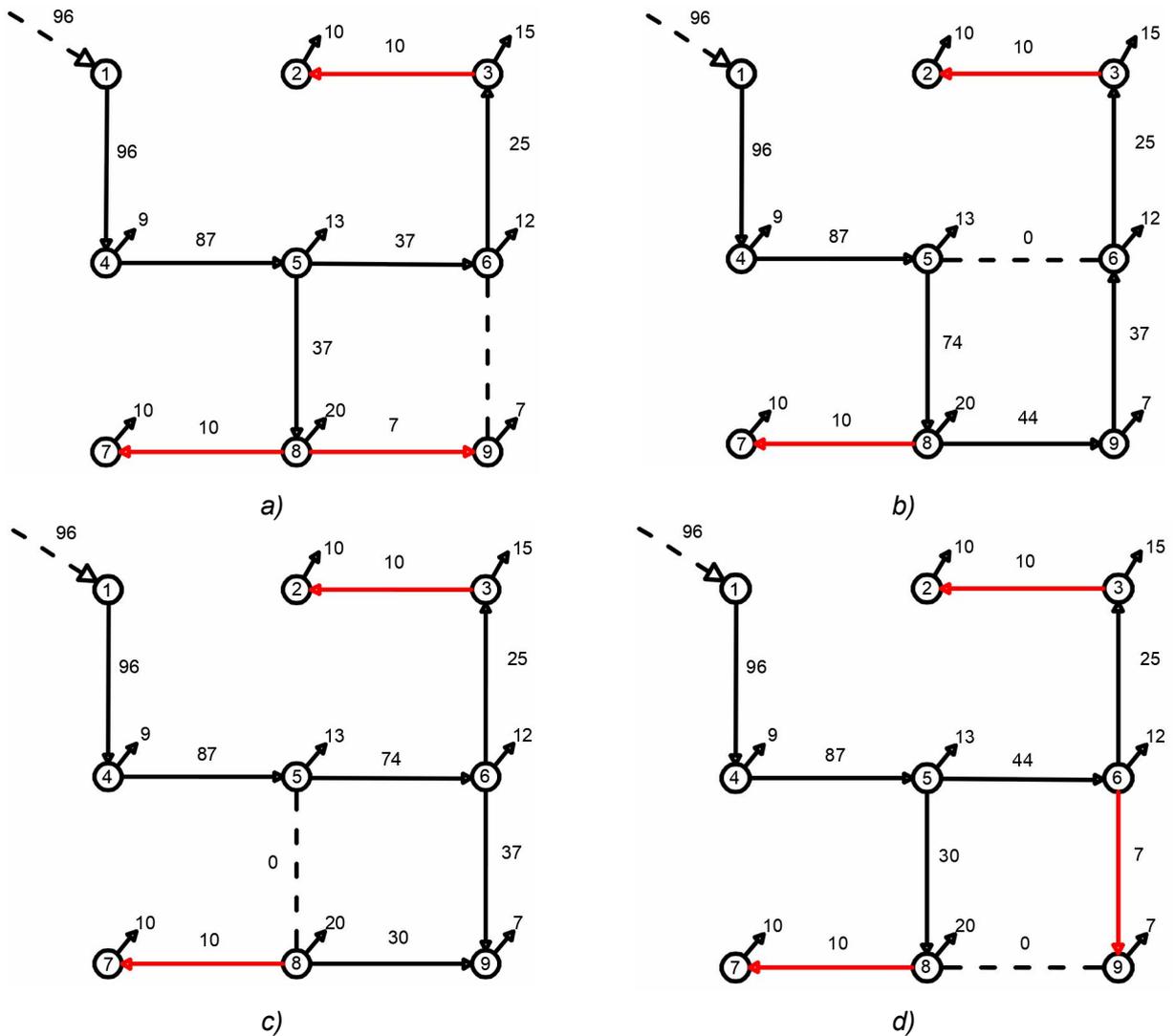


Рис. 6. Этап оптимизации относительно четвертого контура
Fig. 6. The optimization step with respect to the fourth circuit

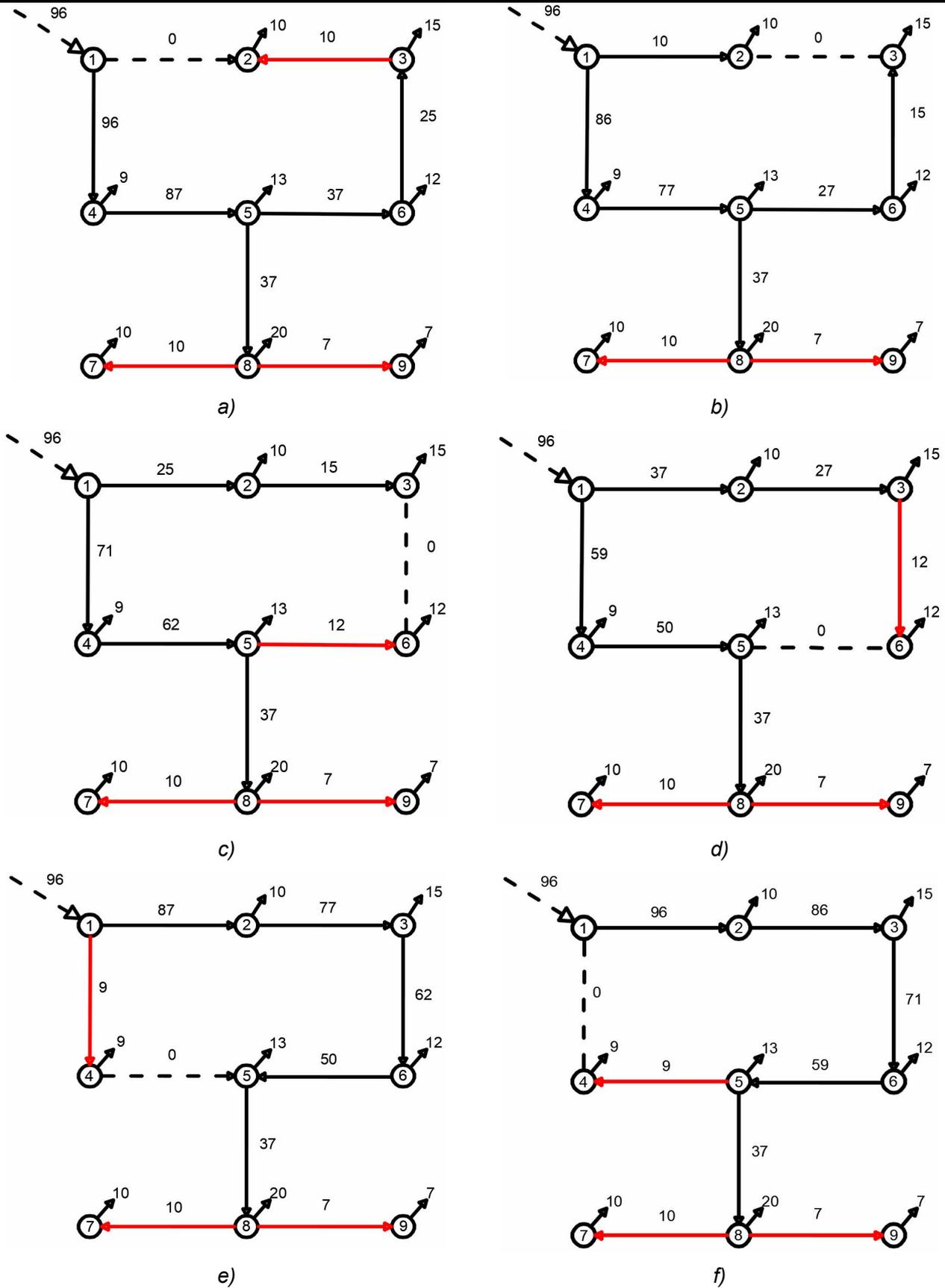


Рис. 7. Этап оптимизации относительно первого контура второго цикла итерации
 Fig. 7. Optimization stage relative to the first contour of the second iteration cycle

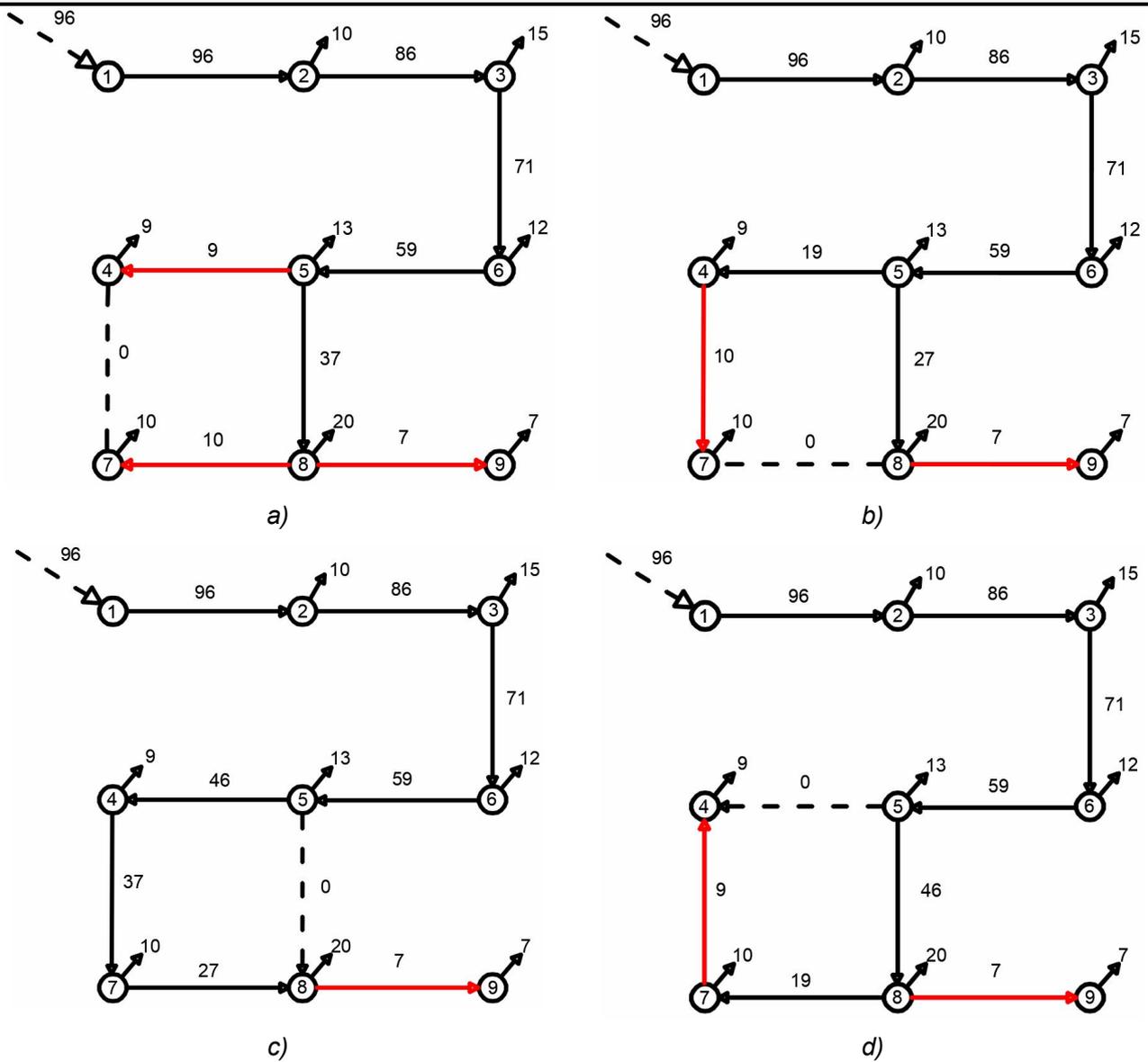
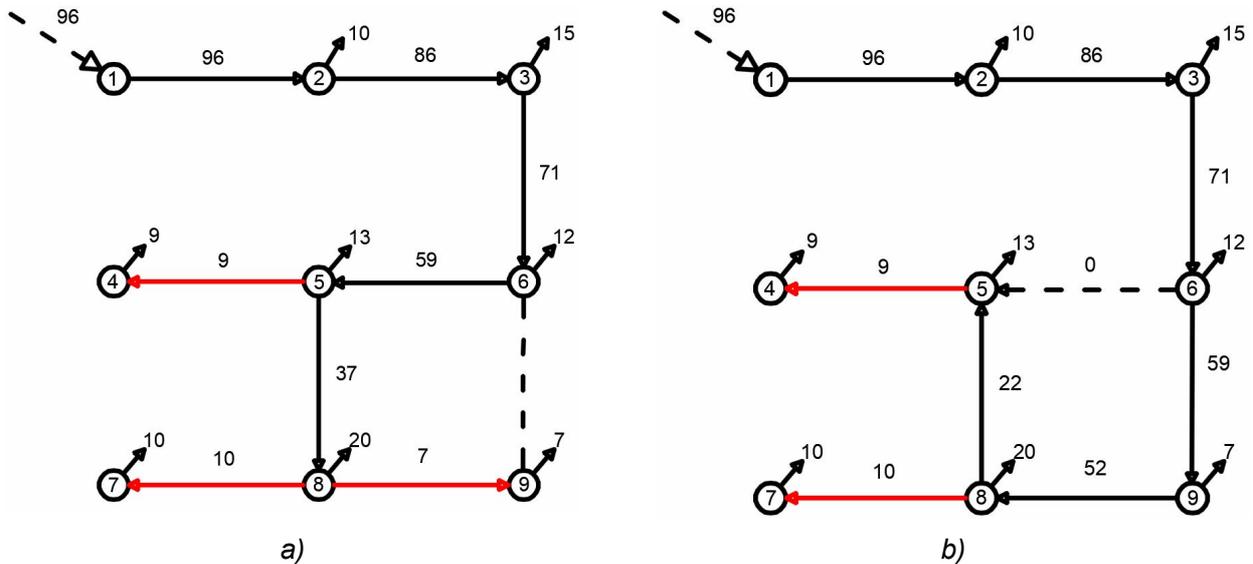


Рис. 8. Этап оптимизации относительно второго контура второго цикла итерации
 Fig. 8. Optimization stage relative to the second contour of the second iteration cycle



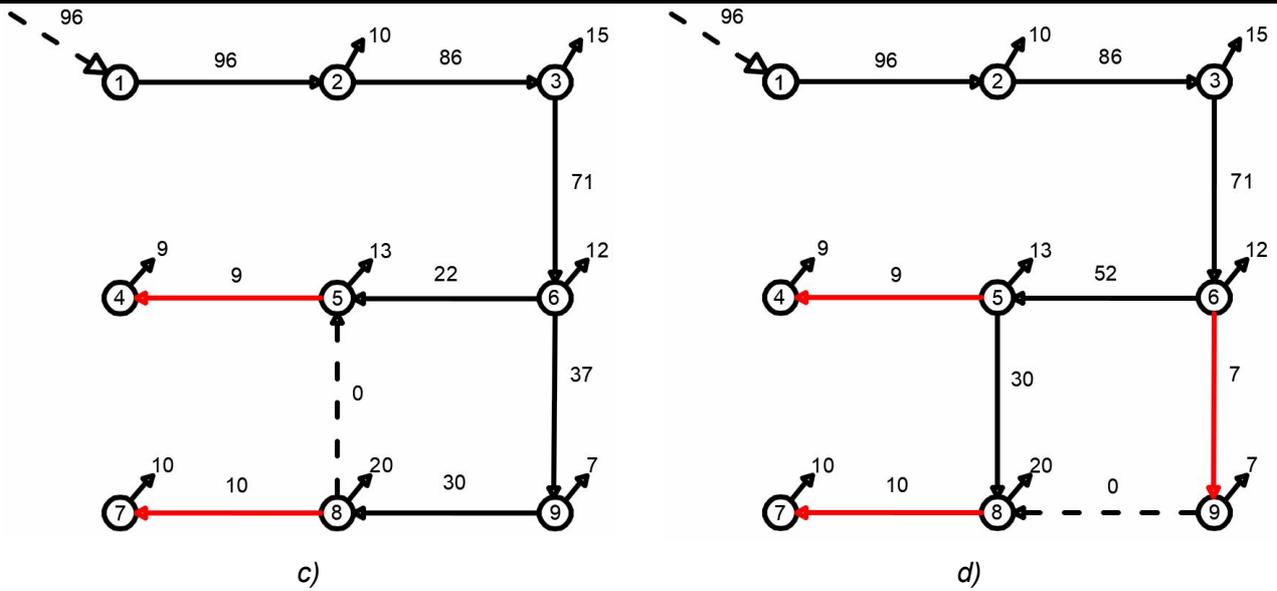
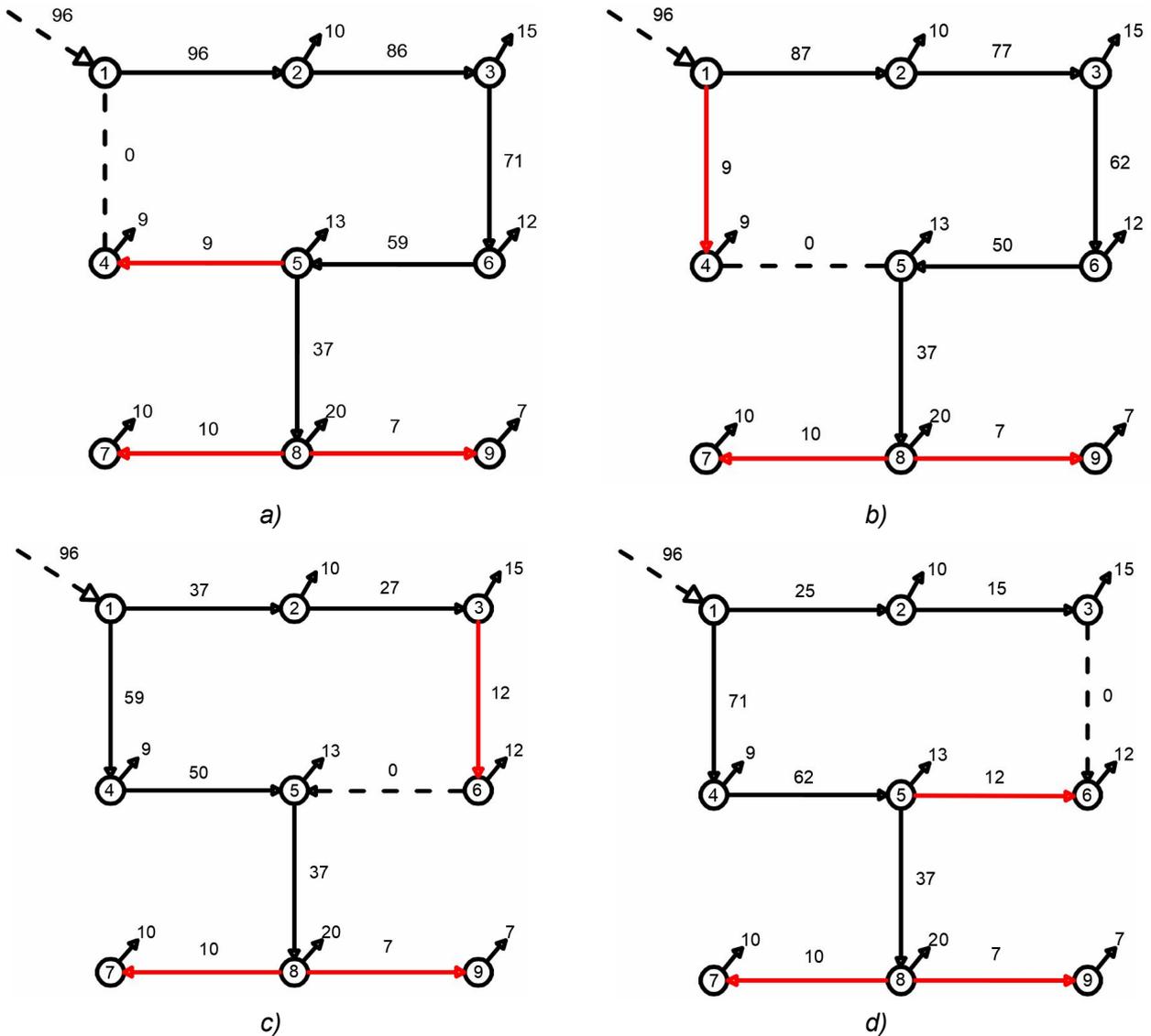


Рис. 9. Этап оптимизации относительно третьего контура второго цикла итерации
 Fig. 9. Optimization stage relative to the third loop of the second iteration cycle



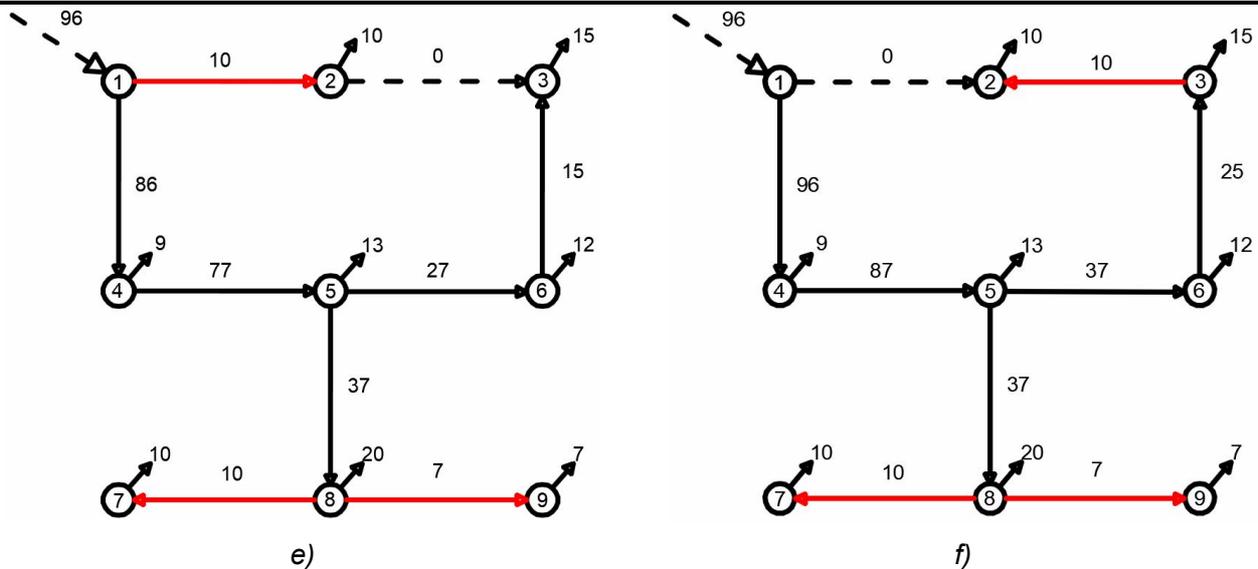


Рис. 10. Этап оптимизации относительно первого контура третьего цикла итерации
 Fig. 10. Optimization stage relative to the first loop of the third iteration cycle

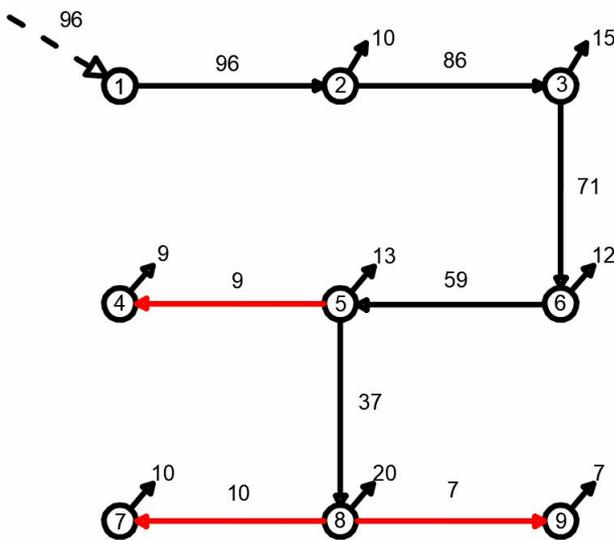


Рис. 11. Оптимальный вариант
 Fig. 11. The best option

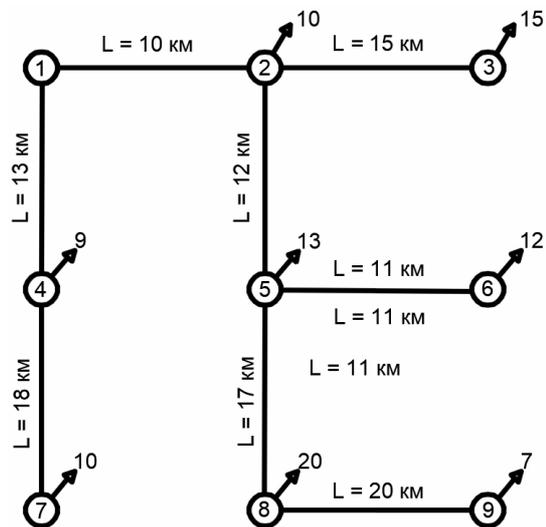


Рис. 12. Оптимальное решение для автомобильного и трубопроводного транспорта
 Fig. 12. Optimal solution for road and pipeline transport

Таким образом, оптимизация комбинированной системы транспортировки воды оказывается более выгодной на 12 476 496 тыс. руб. и 8 600 486 тыс. руб. соответственно относительно трубопроводного и автомобильного транспорта воды.

Заключение

На основании опыта применения разработанной методики поконтурной минимизации применительно к системам группового водоснабжения можно сделать следующие выводы:

1. Эффект от внедрения предлагаемой методики по сравнению с многовариантным подходом, который используют проекти-

ровщики, составляет до 25% по затратам жизненного цикла.

2. Учет автомобильного транспорта в задачах оптимизации систем водоснабжения и водоотведения существенно влияет на логику и структуру сооружений.

3. Повышение тарифа на электроэнергию изменяет степень централизации и увеличивает количество участков с автомобильным транспортом воды.

4. Учет надежности и сейсмостойкости в трубопроводных системах также влияет на стоимость трубопроводной части и приводит к расширению возможностей использования автомобильного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985. 278 с.
2. Сидлер В.Г., Сеннова Е.В. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. 1987. 121 с.
3. Сухарев М.Г., Ставровский Б.Р. Оптимизация систем транспорта газа. М.: Недра, 1975. 277 с.
4. Карамбилов С.Н., Буркова Ю.Г. Анализ и синтез сложных инженерных систем с применением современных математических методов. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 193 с.
5. Аверьянов В.К., Сеннова Е.В., Карасевич А.М., Стенников В.А., Еделева О.А., Добровольская Т.В. [и др.]. Трубопроводные системы энергетики: математическое моделирование и оптимизация. Новосибирск: Наука, 2010. 418 с.
6. Атавин А.А., Новицкий Н.Н., Сухарев М.Г., Чионов А.М., Овчинникова Т.Э., Емельянов В.А. [и др.]. Трубопроводные системы энергетики: математические и компьютерные технологии интеллектуализации. Новосибирск: Наука, 2017. 384 с.
7. Новицкий Н.Н., Сухарев М.Г., Тевяшев А.Д., Смирнова В.С., Рудяк В.Я., Тарасевич В.В. [и др.]. Трубопроводные системы энергетики: Методические и прикладные проблемы математического моделирования. Новосибирск: Наука, 2015. 476 с.
8. Абрамов Н.Н., Поспелова М.М., Сомов М.А., Варапаев В.Н., Керимова Д.Х. Расчет водопроводных сетей. М.: Стройиздат, 1983. 273 с.
9. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. М.: Стройиздат, 1987. 357 с.
10. Чупин Р.В., Мелехов Е.С. Развитие теории и практики моделирования и оптимизации систем водоснабжения и водоотведения: Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2011. 323 с.
11. Чупин Р.В. Оптимизация развивающихся систем водоотведения. Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2015. 418 с.
12. Чупин Р.В., Фам Н.М. Оптимизация структуры и параметров развивающихся систем группового водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2019. № 1. С. 30–36.
13. Чупин Р.В. Оптимизация перспективных схем развития систем водоотведения в условиях ограниченного финансирования // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 2. С. 44–54.
14. Чупин Р.В., Фам Н.М., Горьков Е.А., Мороз М.В. Индикативное и адаптивное управление развитием системы водоотведения // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 2. С. 94–108. <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2917-2018-2-94-107>
15. Chupin V.R., Pham N.M., Chupin R.V. Optimization of developing district water supply systems taking into account variability of perspective water consumption // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. Vol. 667. 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012018>
16. Chupin V.R., Pham N.M., Chupin R.V. Optimization of the sewerage systems scheme of cities and populated areas // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. Vol. 667. 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012017>
17. Гогина Е.С., Гуринович А.Д. Применение методики LCC для оценки эффективности проектов сооружений очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 9. С. 36–41.
18. Баженов В.И., Пупырев Е.И., Самбурский Г.А., Березин С.Е. Разработка методики расчета стоимости жизненного цикла оборудования систем и сооружений для водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 2. С. 10–19.
19. Туревский И.С. Экономика отрасли. Автомобильный транспорт. М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2011. 288 с.
20. Тозик А.А. Экономика автомобильного транспорта. Минск: УП «Технопринт», 2005. 140 с.
21. Таха Х.А. Введение в исследование операций: пер. с англ. 7-е изд. М.: ИД «Вильямс», 2007. 912 с.
22. Форд Л.Р., Фалкерсон Д.Р. Потоки в сетях. М.: Мир, 1963. 216 с.
23. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. М.: Мир, 1974. 520 с.

REFERENCES

1. Merenkov AP, Khasilev VYa. Theory of hydraulic circuits. Moscow: Nauka; 1985. 278 p. (In Russ.)
2. Sidler VG, Sennova EV. Mathematical modeling and optimization of developing heat supply systems. Novosibirsk: Nauka; 1987. 121 p. (In Russ.)
3. Sukharev MG, Stavrovskiy BR. Optimization of systems of transport of gas. Moscow: Nedra; 1975. 277 p. (In Russ.)
4. Karambirov SN, Burkova YG. Analysis and synthesis of complex engineering systems using modern mathematical methods: monograph. Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2015. 193 p. (In Russ.)
5. Aver'yanov VK, Sennova EV, Karasevich AM, Stennikov VA, Edeleva OA, Dobrovol'skaya TV, et al. Pipeline energy systems: Mathematical modeling and optimization. Novosibirsk: Nauka; 2010. 418 p. (In Russ.)
6. Atavin AA, Novitskii NN, Sukharev MG, Chionov AM, Ovchinnikova TE, Emel'yanov VA, et al. Pipeline systems of power engineering: Mathematical and computer technologies of intellectualization. Novosibirsk: Nauka; 2017. 384 p. (In Russ.)
7. Novitskii NN, Sukharev MG, Tevyashev AD, Smirnova VS, Rudyak VYa, Tarasevich VV, et al. Pipeline systems of power engineering: Methodological and applied problems of mathematical modeling. Novosibirsk: Nauka; 2015. 476 p. (In Russ.)
8. Abramov NN, Pospelova MM, Somov MA, Varapaev VN, Kerimova DX. Calculation of water supply networks. Moscow: Stroyizdat; 1983. 273 p. (In Russ.)
9. Shevelev FA, Orlov GA. Water supply of large cities of foreign countries. Moscow: Stroyizdat; 1987. 357 p. (In Russ.)
10. Chupin RV, Melekhov ES. Development of theory and practice of modeling and optimization of water supply and sanitation systems. Irkutsk: Irkutsk state technical university; 2011. 323 p. (In Russ.)
11. Chupin RV. Optimization of developing water disposal systems. Irkutsk: Irkutsk state technical university; 2015. 418 p. (In Russ.)
12. Chupin RV, Fam NM. Optimization of the structure and parameters of the developing group water supply systems. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2019;1:30–36 (In Russ.)
13. Chupin RV. Optimization of the prospective plans of water supply system development under the tight financing conditions. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2018;2:44–54 (In Russ.)
14. Chupin RV, Pham NM, Gorkov EA, Moroz MV. Indicative and adaptive management of wastewater system improvement. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2018;8(2):94–108. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2917-2018-2-94-107>
15. Chupin RV, Pham NM, Chupin VR. Optimization of developing district water supply systems taking into account variability of perspective water consumption. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 667; 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012018>
16. Chupin VR, Pham NM, Chupin RV. Optimization of the sewerage systems scheme of cities and populated areas. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 667; 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012017>
17. Gogina ES, Gurinovich AD. The use of LCC method in evaluating the efficiency of investment projects of wastewater treatment facilities. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2016;9:36–41. (In Russ.)
18. Bazhenov VI, Pupyrev EI, Samburskii GA, Berezin SE. Development of a methodology for calculating the life cycle cost of equipment for systems and structures for water supply and sanitation. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2018;2:10–19. (In Russ.)
19. Turevsky IS. Economics of the industry. Automobile transport. Moscow: Forum: INFRA-M; 2011. 288 p. (In Russ.)
20. Tozik AA. Economics of automobile transport. Minsk: Technoprint, 2005; 140 p. (In Russ.)
21. Taha HA. Operations Research: An Introduction. Moscow: Vil'yams, 2007. 912 c. (In Russ.)
22. Ford LR, Fulkerson DR. Flows in networks. Moscow: Mir; 1963. 216 p. (In Russ.)
23. Hu T. Integer programming and network flows. Moscow: Mir, 1974. 520 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Мороз Мария Викторовна,
аспирант кафедры городского строительства
и хозяйства, старший преподаватель
кафедры инженерных коммуникаций и
систем жизнеобеспечения,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: morozmariyav@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4255-619X>

Заявленный вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу,
на основании полученных результатов провел
обобщение, подготовил рукопись к печати.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта
интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный
вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 21.12.2020.
Одобрена после рецензирования 14.01.2021.
Принята к публикации 19.01.2021.

Information about the author

Mariya V. Moroz,
Postgraduate student of the Department of
Urban Construction and Economy,
Senior Lecturer of the Department of
Engineering Communications and Systems
Life Support,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: morozmariyav@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4255-619X>

Contribution of the author

The author performed the research, made
generalization based on the results obtained and
prepared the copyright for publication.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests re-
garding the publication of this article.

The final manuscript has been read and
approved by the author.

The article was submitted 21.12.2020.
Approved after reviewing 14.01.2021.
Accepted for publication 19.01.2021.



Состояние сети автомобильных дорог регионального и местного значения Байкальского региона

© Н.А. Слободчикова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель работы заключается в исследовании состояния сети автомобильных дорог Байкальского региона. Для этого были проведены анализ статистических данных уровня развития сетей автомобильных дорог региона и анализ нормативно-технических и правовых документов, регулирующих дорожное хозяйство в стране и в Байкальском регионе. Байкальский регион, как и Российская Федерация в целом, в области развития сети автомобильных дорог значительно отстает от большинства развитых стран мира. Сеть автомобильных дорог Байкальского региона имеет очень низкую плотность в северных районах и относительно высокую плотность в южных, более освоенных и заселенных районах. Состояние сети автомобильных дорог в значительной степени не соответствует нормативно-техническим требованиям. Низкий уровень качества и развития дорожной сети предопределяет высокий удельный вес транспортных издержек в себестоимости конечной продукции, что в два раза превышает данный показатель в развитых странах. Кроме того, неудовлетворительное состояние автомобильных дорог напрямую оказывает влияние на количество дорожно-транспортных происшествий. Можно сделать вывод, что, несмотря на многократные попытки преобразования дорожного хозяйства на уровне субъектов РФ, эффективный механизм модернизации отрасли дорожного хозяйства не разработан. Существующая нормативно-правовая база не позволяет достичь показателей развития сетей региональных и местных автомобильных дорог в сроки, установленные различными программами развития. Необходимо изменить подходы к капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог регионального и местного значения. В частности, нужно сменить традиционный подход к проведению ремонта отдельных небольших участков дорог и сооружений на них на «маршрутный» ремонт протяженных участков. Для этого необходима разработка теоретико-методических положений и практических рекомендаций развития отрасли дорожного хозяйства Байкальского региона.

Ключевые слова: Байкальский регион, автомобильные дороги, состояние сети автомобильных дорог

Для цитирования: Слободчикова Н.А. Состояние сети автомобильных дорог регионального и местного значения Байкальского региона. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 74–83. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-74-83>

State of the regional and local road network in the Baikal Region

Nadezhda A. Slobodchikova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The purpose of the paper is to study the condition of the Baikal region road network. Statistical data on the development level of road networks, as well as the regulatory and technical legal documents governing the road industry in Russia and in the Baikal Region, we reanalysed. Firstly, the Baikal Region, as well as the Russian Federation as a whole, lags far behind most developed countries in terms of the development of road networks. Secondly, the road network in the Baikal Region has a very low density in the northern parts and a relatively high density in the southern parts, which are more developed and populated. Thirdly, the actual condition of the roads significantly differs from the regulatory and engineering requirements. Fourthly, the final cost of the product is twice as high as in developed countries. This is due to the low level of quality and development of the road network, as well as the high transport expenses. Moreover, the low quality of the roads has a direct impact on the number of accidents. It can be concluded that an effective mechanism for the modernization of the road industry in

the Baikal region has not been developed. The existing regulatory framework and the deadlines set by various development programs do not accomplish the development indicators of regional and local road networks. It is essential that approaches to road capital repair and maintenance of regional and local roads should be modified. A repair of a whole stretch of a road should replace the traditional approach of repairing individual small sections of a road and its structures. To this end, theoretical and methodological provisions and practical guidelines for developing road networks in the Baikal region should be established.

Keywords: Baikal region, highways, condition of the road network

For citation: Slobodchikova NA. State of the regional and local road network in the Baikal Region. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):74–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-74-83>

Введение

Байкальский регион расположен в центре Евразии и охватывает территорию водосборного бассейна озера Байкал юго-востока Сибири и северной части Монголии. Понятие «Байкальский регион» введено из-за необходимости объединения различных субъектов и административных районов по принадлежности к данному озеру с целью сохранения экосистемы Байкала, т.к. хозяйственная деятельность на данной территории влияет на экологическое состояние озера. Центром Байкальского региона является озеро Байкал. Площадь озера составляет 31,5 тыс. км² (9,3% площади Байкальского региона).

Территория региона распределяется между субъектами Российской Федерации и Монголией в соответствии с данными табл. 1 [1].

Таблица 1. Распределение территории Байкальского региона

Table 1. Distribution of the territory of the Baikal region

| Название территории | Площадь, км ² | Площадь, % |
|---------------------|--------------------------|------------|
| Республика Бурятия | 351,3 | 42,4 |
| Забайкальский край | 431,9 | 9,5 |
| Иркутская область | 774,8 | 4,8 |
| Монголия | 1194,7 | 43,4 |

Байкальский регион представляет собой относительно целостную систему, которую отличает ряд преимуществ:

1. Экономико-географическое расположение на пересечении основных транспортных магистралей, соединяющих Европу с дальневосточной частью Российской Федерации и странами Азиатско-Тихоокеанского

региона, обеспечивающее кратчайшие транспортные пути Восток – Запад.

2. Большие запасы природных ресурсов (полезные ископаемые, водные, биологические, лесные и др.). В частности, регион обладает одним из важнейших стратегических ресурсов – чистой пресной водой общим объемом 23 тыс. км³.

3. Развитая электроэнергетика.

4. Наличие запасов земельных ресурсов, не подверженных негативному антропогенному воздействию.

Главными проблемами, сдерживающими экономическое развитие региона, являются:

1) экономическая и инфраструктурная изоляция от остальной части страны;

2) плохо развитая внутренняя транспортная связь территории при ее значительных размерах;

3) низкая плотность населения;

4) высокая стоимость и сезонность завоза грузов для северных районов;

5) суровые климатические условия.

Возможности экономического развития определяются транспортным потенциалом региона [2–5]. Конфигурация транспортной сети Байкальского региона представлена водным, железнодорожным и автомобильным транспортом, наибольшее развитие которого отмечается в южных районах. При этом основными артериями сети являются:

- Транссибирская железнодорожная магистраль (Транссиб);

- Байкало-Амурская железнодорожная магистраль (БАМ);

- федеральные автомобильные дороги;

- водные артерии.

Автомобильный транспорт выполняет большую часть внутрирегиональных грузовых и пассажирских перевозок.

Основу сети автомобильных дорог Байкальского региона образуют автомобильные дороги

федерального значения. К ним относятся (рис. 1):

- Р-255 «Сибирь»: Новосибирск – Кемерово – Красноярск – Иркутск (М-53, М-55);
- Р-258 «Байкал»: Иркутск – Улан-Удэ – Чита (М-53, М-55);
- Р-297 «Амур»: Чита – Невер – Свободный – Архара – Биробиджан – Хабаровск;
- А-331 «Вилуй»: Тулун – Братск – Усть-Кут – Мирный – Якутск;

- А-333: Култук – Монды – граница с Монголией;
- А-340: Улан-Удэ – Кяхта – граница с Монголией;
- А-350: Чита – Забайкальск – граница с Китайской Народной Республикой (А-166).

Данные автомобильные дороги обеспечивают выход к государственной границе с Монголией и Китайской Народной Республикой.



Рис. 1. Автомобильные дороги федерального и регионального значения Байкальского региона
 Fig. 1. Highways of federal and regional significance in the Baikal Region

Байкальский регион, как и Российская Федерация в целом, в области развития сети автомобильных дорог значительно (от 5 до 30 раз) отстает от большинства развитых стран мира (табл. 2).

Сеть автомобильных дорог регионально- и местного значения в значительной сте-

пени не соответствует нормативно-техническим требованиям (табл. 3).

Данное состояние дорожного хозяйства обуславливает очень высокий удельный вес транспортных издержек в себестоимости конечной продукции, превышающий 25% и более, тогда как во всех развитых странах этот показатель не выше 10% [6].

Таблица 2. Протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, по данным Росстата на 01.01.2020 г.

Table 2. Length of paved public roads according to Rosstat data of 01.01.2020

| Наименование субъектов Российской Федерации | Протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием, всего (км) | Площадь территории, тыс. км ² | Плотность протяженности автомобильных дорог |
|---|---|--|---|
| Центральный федеральный округ | 240478 | 650,2 | 369,8 |
| Северо-Западный федеральный округ | 105234 | 1687,0 | 62,4 |
| Южный федеральный округ | 106015 | 447,8 | 236,7 |
| Северо-Кавказский федеральный округ | 71069 | 170,4 | 417,1 |
| Приволжский федеральный округ | 242638 | 1037,0 | 234 |
| Уральский федеральный округ | 78456 | 1818,5 | 43,1 |
| Сибирский федеральный округ | 161246 | 4361,7 | 37 |
| Иркутская область | 24406 | 774,8 | 31,5 |
| Дальневосточный федеральный округ | 84171 | 6952,6 | 12,1 |
| Республика Бурятия | 9405 | 351,3 | 26,8 |
| Забайкальский край | 14623 | 431,9 | 33,9 |

Таблица 3. Доля автомобильных дорог, отвечающих нормативным требованиям, по данным Росстата на 01.01.2020 г.

Table 3. The share of roads that meet the regulatory requirements, according to Rosstatan data of 01.01.2020

| Субъекты Российской Федерации | Доля автомобильных дорог, отвечающих нормативным требованиям |
|-------------------------------|--|
| Иркутская область | 30,4 |
| Республика Бурятия | 47,5 |
| Забайкальский край | 27,7 |

Кроме того, неудовлетворительное состояние автомобильных дорог напрямую оказывает влияние на количество дорожно-транспортных происшествий [7–10].

1. Автомобильные дороги регионального и местного значения

Региональные автомобильные дороги представляют собой ответвления от федеральных автомобильных дорог. Для Байкальского региона характерна высокая внутрирегиональная дифференциация обеспеченности автомобильными дорогами, которая изменяется в широком диапазоне – от 0 до 172 км дорог на 1000 км² территории.

Относительно высокая плотность автомобильных дорог (свыше 55 км на 1000 км² территории) характерна для наиболее освоенных и заселенных районов вдоль Транссиба:

- а) территория от Тулуна на западе до оз. Байкал на востоке;
- б) территория Улан-Удэ на севере до Кяхты на юге.

Наименьшая плотность автомобильных дорог характерна для слабо освоенных и малозаселенных северных (Мамско-Чуйский,

Катангский, Бодайбинский, Киренский, Баунтовский, Каларский, Тунгокоченский, Тунгиро-Олекминский и др.) и частично горных южных (Окинский, Красночикоийский и др.) районов. Значительная часть территории региона до сих пор остается труднодоступной в транспортном отношении.

Региональная неравномерность в развитии сети автомобильных дорог является одной из причин неравномерности экономического развития.

Состояние и уровень развития автомобильных дорог местного значения не соответствуют требованиям социально-экономического развития муниципальных образований. Это связано с наличием следующих факторов:

1. Протяженность автомобильных дорог местного значения, имеющих усовершенствованный или капитальный тип покрытия, составляет около 50% от общей протяженности автомобильных дорог местного значения.
2. Протяженность автомобильных дорог местного значения, не соответствующих нормативным требованиям, составляет более 45% общей протяженности дорог местного значения.

Указанные значения являются ориентировочными, т.к. значительная часть муниципальных образований не имеет возможности проводить ежегодную диагностику транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог местного значения, потому что в местных бюджетах не имеется средств для привлечения к выполнению данной диагностики специализированных организаций.

Процесс формирования сети автомобильных дорог местного значения в настоящее время не завершен. Значительная часть автомобильных дорог необщего пользования, находящихся на балансе разных организаций, фактически используется для движения различных транспортных средств и выполняет функции автомобильных дорог общего пользования. Кроме того, стремительный рост муниципальных образований вблизи крупных городов и районных центров за счет переселения населения из-за относительно низкой стоимости жилья привел к росту застройки на территориях муниципа-

литетов, что, в свою очередь, привело к росту протяженности сети автомобильных дорог местного значения.

В целом для автомобильных дорог местного значения Байкальского региона так же, как и для дорог других регионов, характерны общие проблемы:

- низкая пропускная способность;
- несоответствие конструкции автомобильных дорог возросшей нагрузке;
- низкое техническое состояние;
- отсутствие капитального или усовершенствованного типа покрытия.

Сеть автомобильных дорог Иркутской области

В настоящее время протяженность автомобильных дорог общего пользования регионального значения, находящихся в государственной собственности Иркутской области, составляет 12 403 км.

При этом основную часть представляют автомобильные дороги низких технических категорий (рис. 2).



Рис. 2. Доля протяженности автомобильных дорог разных технических категорий Иркутской области
Fig. 2. Percentage of the length of highways of different technical categories in Irkutsk region

Протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения составляет 17 550,0 км (по данным Росстата на 10.06.2019 г.). Отсутствует круглогодичная связь с опорной сетью автомобильных дорог общего пользования и с административным центром Иркутской области следующих районов: Киренского, Катангского, Мамско-Чуйского, Бодайбинского.

Кроме того, более 280 сельских населенных пунктов с общей численностью населения 31,7 тыс. человек не имеют связи с транспортной сетью региона по автомобильным дорогам общего пользования с твердым покрытием.

Сеть автомобильных дорог Республики Бурятия

Общая протяженность сети автомобильных дорог регионального значения составляет 3 602 км (рис. 3).

Так же, как и в Иркутской области, основная доля протяженности автомобильных дорог – это дороги IV технической категории.

Основные автомобильные дороги регионального значения, проходящие по территории Республики Бурятия, представлены ответвлениями от федеральных дорог:

- Гусиноозерск – Петропавловка – Закаменск – граница с Монголией;
- Мухоршибирь – Бичура – Кяхта.



Рис. 3. Доля протяженности автомобильных дорог разных технических категорий Республики Бурятия
Fig. 2. Percentage of the length of highways of different technical categories of the Republic of Buryatia

Сеть автомобильных дорог Забайкальского края

В настоящее время протяженность автомобильных дорог общего пользования регионального значения Забайкальского края составляет 7 621,2 км (по данным Росавтодора на 10.06.2019 г.).

Протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения составляет 12 336,1 км (по данным Росстата на 10.06.2019 г.).

Таким образом, можно сделать вывод, что Байкальский регион обладает крайне низкой плотностью автомобильных дорог общего пользования и неудовлетворительным состоянием сети.

2. Нормативно-правовое регулирование деятельности дорожного хозяйства в Российской Федерации и в Байкальском регионе

Дорожная деятельность на территории Российской Федерации осуществляется в соответствии с требованиями следующих нормативно-технических и правовых документов¹:

1. Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Россий-

ской Федерации».

Нормами Федерального закона № 257-ФЗ определена детальная классификация автомобильных дорог местного значения, включающая в себя:

- автомобильные дороги общего пользования местного значения городского и сельского поселений;
- автомобильные дороги общего пользования местного значения муниципального района;
- автомобильные дороги общего пользования местного значения городского округа.

2. Постановление Правительства РФ от 28.09.2009 № 767 «О классификации автомобильных дорог в Российской Федерации» (вместе с Правилами классификации автомобильных дорог в Российской Федерации и их отнесения к категориям автомобильных дорог).

Данные правила определяют порядок классификации автомобильных дорог (их участков) в Российской Федерации (далее – автомобильная дорога) и их отнесения к категориям автомобильных дорог в зависимости от транспортно-эксплуатационных характеристик и потребительских свойств.

3. Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)».

¹Показатели, определенные «майскими» указами Президента РФ, и показатели национальных проектов [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/53175> (12.02.2021);

О порядке формирования и использования бюджетных ассигнований дорожного фонда Иркутской области: постановление Правительства Иркутской области № 365-пп от 1 декабря 2011 года;

О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения: постановление Правительства РФ от 30.05.2017 № 658;

Государственная программа Иркутской области «Развитие дорожного хозяйства» на 2014–2020 годы [Электронный ресурс]. URL: <https://irkobl.ru/sites/irkstroy/gosprog/dorhoz/dorogi%202014-2019/> (12.02.2021).

Целями программы являются:

- развитие современной и эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей ускорение товародвижения и снижение транспортных издержек в экономике;

- повышение доступности услуг транспортного комплекса для населения;

- повышение конкурентоспособности транспортной системы России и реализация транзитного потенциала страны;

- повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы;

- улучшение инвестиционного климата и развитие рыночных отношений на транспорте.

4. Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» от 29 марта 2013 г. № 466-р.

Сроки реализации программы: 2014–2025 годы.

Целями программы являются:

- ускоренное развитие Дальнего Востока и Байкальского региона;

- улучшение социально-демографической ситуации на территории Дальнего Востока и Байкальского региона.

Задачи программы:

- развитие транспортной доступности и повышение качества жизни на территории Дальнего Востока и Байкальского региона за счет строительства и реконструкции участков автомобильных дорог регионального значения;

- обеспечение своевременного и надежного вывоза товаров, произведенных на территории Дальнего Востока, а также проходящих транзитом через территорию Дальнего Востока и Байкальского региона, за счет значительного увеличения пропускной способности железных дорог и развития морских портов;

- создание основы для повышения мобильности населения Дальнего Востока и Байкальского региона за счет осуществления реконструкции аэропортов регионального и местного значения.

Программа содержит перечни индикаторов, основных мероприятий и сведения о ресурсном обеспечении.

5. Приказ Минтранса РФ от 23.09.2015 № 173 «Об утверждении Административного регламента Министерства по развитию транспорта, энергетики и дорожного хозяйства Республики Бурятия исполнения государственной функции по осуществлению

регионального государственного надзора за обеспечением сохранности автомобильных дорог регионального значения по соблюдению юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований, предъявляемых к размещению объектов дорожного сервиса, рекламных конструкций, инженерных коммуникаций и иных объектов в полосе отвода и придорожных полосах автомобильных дорог общего пользования регионального значения Республики Бурятия».

Согласно этому документу, обеспечивается осуществление регионального государственного надзора за обеспечением сохранности автомобильных дорог регионального значения Республики Бурятия по соблюдению юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований, предъявляемых к размещению объектов дорожного сервиса, рекламных конструкций, инженерных коммуникаций и иных объектов в полосе отвода и придорожных полосах автомобильных дорог общего пользования регионального значения Республики Бурятия.

6. Закон Иркутской области № 93-ОЗ от 3 ноября 2011 года «О дорожном фонде Иркутской области» (с изменениями на 30 октября 2018 года).

Законом установлено определение дорожного фонда. Дорожный фонд области – часть средств областного бюджета, подлежащая использованию в целях финансового обеспечения дорожной деятельности в отношении автомобильных дорог общего пользования, расположенных на территории Иркутской области (за исключением автомобильных дорог общего пользования федерального значения и частных автомобильных дорог), а также капитального ремонта и ремонта дворовых территорий многоквартирных домов, проездов к дворовым территориям многоквартирных домов населенных пунктов в Иркутской области.

Также данным законом устанавливается объем бюджетных ассигнований дорожного фонда области.

7. Постановление Правительства Иркутской области от 19 февраля 2016 года № 97-пп «Об утверждении Положения о предоставлении и расходовании субсидий из областного бюджета местным бюджетам в целях софинансирования расходных обязательств муниципальных образований Иркутской области, связанных с осуществлением дорожной деятельности в отношении автомобильных дорог местного значения».

8. Постановление Правительства Республики Бурятия от 01.02.2007 № 26 «Об автомо-

бильных дорогах общего пользования регионального значения в Республике Бурятия» (с изменениями на 31 октября 2019 г.).

Данным постановлением утверждены:

- Показатели определения автомобильных дорог общего пользования регионального значения, относящихся к собственности Республики Бурятия.

- Порядок утверждения перечня автомобильных дорог общего пользования регионального значения Республики Бурятия и внесения в него изменений.

- Перечень автомобильных дорог общего пользования регионального значения Республики Бурятия в разрезе районов.

9. Постановление Правительства Республики Бурятия от 09.10.2007 № 303 «Об утверждении Положения о Министерстве по развитию транспорта, энергетики и дорожного хозяйства Республики Бурятия».

10. Постановление Правительства Республики Бурятия от 30.05.2012 № 319 «Об утверждении Порядка осуществления регионального государственного надзора за обеспечением сохранности автомобильных дорог регионального значения Республики Бурятия».

11. Приказ Министерства по развитию транспорта, энергетики и дорожного хозяйства Республики Бурятия от 17.03.2016 № 36 «О введении временных ограничений движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования регионального значения Республики Бурятия в 2016 году» (зарегистрирован в реестре НПА ИОГВ РБ от 05.04.2016 № 032016126).

12. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 16 ноября 2012 г. № 402 г. Москва «Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог».

13. ОДМ «Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования».

Для всех рассмотренных государственных целевых программ и проектов характерны проектные формы управления. В основе всех разработанных программ лежит точечный подход к проведению строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта отдельных участков автомобильных дорог, отдельных конструктивных элементов автомобильных дорог и искусственных сооружений.

Несмотря на многократные попытки преобразования дорожного хозяйства на уровне

субъектов РФ, эффективный механизм модернизации отрасли дорожного хозяйства не разработан. Существующая нормативно-правовая база не позволяет достичь показателей развития сетей региональных и местных автомобильных дорог в сроки, установленные различными программами развития.

Необходимо изменить подходы к капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог регионального и местного значения. В частности, нужно сменить традиционный подход к проведению ремонта отдельных небольших участков дорог и сооружений на них на «маршрутный» ремонт протяженных участков. Для этого необходима разработка теоретико-методических положений и практических рекомендаций развития отрасли дорожного хозяйства Байкальского региона.

Заключение

1. Для сети региональных и местных дорог Байкальского региона характерны те же проблемы, что для дорог всей страны в целом. Существующая сеть автомобильных дорог Российской Федерации и Байкальского региона характеризуется:

- низкой плотностью;
- несоответствием автомобильных дорог транспортно-эксплуатационным требованиям;
- слабым техническим оснащением автомобильных дорог и отсутствием объектов придорожного сервиса;
- низким уровнем межрайонной взаимосвязи;
- отсутствием комплексного подхода в управлении развитием и функционированием дорожного хозяйства.

2. Сеть автомобильных дорог является системообразующим фактором развития региональной экономики, основой хозяйственного и промышленного освоения территорий. Недостаточный уровень развития транспортной инфраструктуры прямо или косвенно является основным ограничителем развития любых видов деятельности.

3. Основными задачами, стоящими перед дорожной отраслью в ближайшей перспективе, является сохранение существующей сети автомобильных дорог и доведение технических параметров до уровня, отвечающего современным требованиям к технико-эксплуатационному состоянию.

4. Для ускоренного приведения автомобильных дорог регионального и местного значения в нормативное состояние необходима разработка теоретических и методологических основ принятия управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суходолов А.П. Байкальский регион как модельная территория устойчивого развития // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). 2010. № 4. С. 103–108.
2. Булатов Р.В. Стратегические приоритеты развития региональной транспортной инфраструктуры (на примере республики Бурятия) // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2015. № 3 (221). С. 105–113. <https://doi.org/10.5862/JE.221.10>
3. Рубан В.А. Транспортный потенциал Байкальского региона // Российское предпринимательство. 2015. № 4. С. 593–600. <https://doi.org/10.18334/rp.16.4.103>
4. Pluta K.V. Determination of the percentage of lime in the strengthening of clay soils using pH // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 667. № 1. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012079>
5. Дашпилов Ц.Б. Картографическое отображение и анализ транспорта Байкальского региона // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2015. Т. 11. С. 2–13.
6. Жуков Е.А., Ильин С.В. Модернизация дорожного хозяйства России на основе инновационных технологий // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2017. Т. 8. № 2. С. 196–202. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2017.8.2.196-202>
7. Веселов В.Н. Влияние технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог на уровень аварийности // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2012. № 1. С. 21–26.
8. Гаврилов И.Е., Фараджева Н.А. Аварийность на автомобильных дорогах Забайкальского края // Инновационные технологии в технике и образовании: IX Междунар. науч.-практ. конф. (21–22 декабря 2017 года, Чита). Чита, 2017. С. 289–292.
9. Куракина Е.В., Склярова А.А. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» // Вестник СиБАДИ. 2020. Т. 17. № 4. С. 488–499. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499>
10. Орехов П.В. Оценка аварийности на автомобильных дорогах по косвенным признакам // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. Т. 2. № 1. С. 71–74.

REFERENCES

1. Sukhodolov AP. Baikal region as a model territory of sustainable development. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii (Baikal'skii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i prava) = Baikal Research Journal*. 2010;4:103–108. (In Russ.)
2. Bulatov RV. Strategic priorities of regional transport infrastructure (as exemplified by the republic of Buryatia). *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2015;3(221):105–113. (In Russ.) <https://doi.org/10.5862/JE.221.10>
3. Ruban VA. The Baikal region's transport potential. *Rossiyskoe predprinimatelstvo*. 2015;16(4):593–600. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/rp.16.4.103>
4. Pluta KV. Determination of the percentage of lime in the strengthening of clay soils using pH. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019;667(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012079>
5. Dashpilov TsB. Cartographic Mapping and Analysis of Transport of the Baikal Region. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle = The Bulletin of Irkutsk State University. Series "Earth Sciences"*. 2015;11:2–13. (In Russ.)
6. Zhukov EA, Ilyin SV. Modernization of the Russian Automobile Road Network on the Base of Innovative Technologies. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2017;8(2):196–202. (In Russ.) <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2017.8.2.196-202>
7. Veselov VN. Influence of technical level and operational state of motor roads on the accident rate. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Vestnik of Astrakhan state technical university*. 2012;1:21–26. (In Russ.)
8. Gavrilov IE, Farajeva NA. Accident statistics and its causes in the trans-Baikal territory. *Innovatsionnye tekhnologii v tekhnike i obrazovanii: IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. 21–22nd December 2017, Chita. Chita, 2017. p. 289–292. (In Russ.)

9. Kurakina EV, Sklyarova VA. Road safety improvement in road traffic participant – vehicle – road – external environment system. *Vestnik SibADI = The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2020;17(4):488–499. (In

Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499>

10. Orekhov PV. Assessment of road accidents by indirect signs. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstviy chrezvychainykh situatsii*. 2015;2(1):71–74. (In Russ.)

Сведения об авторе

Слободчикова Надежда Анатольевна,
кандидат технических наук,
доцент кафедры автомобильных дорог,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: NSlobodchikova@rambler.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7845-2969>

Information about the author

Nadezhda A. Slobodchikova,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor
of the Department of Highways,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: NSlobodchikova@rambler.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7845-2969>

Заявленный вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение, подготовил рукопись к печати.

Contribution of the author

The author performed the research, made generalization based on the results obtained and prepared the copyright for publication.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by the author.

Статья поступила в редакцию 15.01.2021.
Одобрена после рецензирования 11.02.2021.
Принята к публикации 12.02.2021.

The article was submitted 15.01.2021.
Approved after reviewing 11.02.2021.
Accepted for publication 12.02.2021.



Метод комплексного оценивания экологической составляющей среды на примере Кировского района г. Пермь

© К.С. Фияшко, Д.Н. Кривоги́на

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Резюме: На сегодняшний день остро ощущаются проблемы экологического состояния окружающей среды всеми живыми организмами. Масштаб и характер загрязнения окружающей природной среды напрямую связаны с видами производства, с количеством и качеством выбросов, уровнем применяемых технологий и очистных установок, географическим расположением, характером рассеивания загрязнений и их влиянием на ландшафты, экосистемы и их компоненты городской среды. Необходимость улучшения состояния окружающей среды делает актуальным исследование в области комплексного оценивания состояния экосистемы и ее компонентов. Изучение исследуемой области через призму комплексного оценивания предоставляет возможность наглядно оценить экологические ситуации всех составляющих экосистемы. Это позволит объективно взглянуть на исследуемую область (территорию), выявить основные влияющие факторы загрязнения, что позволит сузить круг поиска причины заниженной оценки территории и дать соответствующие рекомендации по улучшению ситуации. Цель данной работы – исследовать и оценить экологическую обстановку одного из микрорайонов (Кировского района г. Пермь) на основе предложенного метода комплексного оценивания экологической составляющей среды. С помощью данного метода было произведено поэтапное оценивание каждой составляющей среды, то есть веществ, которые, по мнению авторов, являются достаточно сильными факторами влияния на среду, в которой было произведено загрязнение. Далее вычисляется общая оценка среды исходя из оценок веществ и, в итоге, комплексная оценка всей среды как общая оценка всей экологической обстановки в виде дерева свертки с назначением матриц развития. Исходя из полученных результатов, было дано заключение о возможных причинах понижения или повышения оценки территории.

Ключевые слова: экологическая обстановка, комплексная оценка, выбросы, загрязнения среды

Для цитирования: Фияшко К.С., Кривоги́на Д.Н. Метод комплексного оценивания экологической составляющей среды на примере Кировского района г. Пермь. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 84–93. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-84-93>

A method for a comprehensive assessment of the ecological component of the environment based on a case study of the Kirovsky district of the Perm city

Ksenia S. Fiyashko, Daria N. Krivogina

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Abstract: Today, the problems of the ecological state of the environment are acutely felt by all living organisms. The scale and nature of environmental pollution are directly related to the types of production, the amount and quality of emissions, the level of technologies and treatment plants used, the geographical location, the nature of dispersion of pollution and its impact on landscapes, ecosystems, and their components in the urban environment. The need to improve the state of the environment makes the research in the field of integrated assessment of the state of the ecosystem and its components relevant. The study of this area through the prism of integrated assessment provides an opportunity to visually assess the ecological situation of all components of the ecosystem. This will make it possible to objectively look at the investigated area (territory), identify the main influencing factors of pollution, which will narrow the search for the reasons for an underestimation of some territory and give appropriate recommendations for improving the situation. The purpose of this research is to investigate and assess the ecological situation of one of the micro districts (Kirovsky district of the Perm city) on the basis

of the proposed method of a comprehensive assessment of the ecological component of the environment. With the help of this method, a step-by-step assessment of each component of the environment was made, i.e., of the substances which, according to the authors, are quite strong factors affecting the environment, in which the pollution was produced. Next, a general assessment of the environment was conducted based on the assessments of substances, as a result, enabling a comprehensive assessment of the entire environment as a general assessment of the entire environmental situation in the form of a convolution tree with assigned development matrices. Based on the results obtained, a conclusion was made on the possible reasons for the decrease or increase in the assessment of the territory.

Keywords: ecological situation, comprehensive assessment, emissions, environmental pollution

For citation: Fiyashko KS, Krivogina DN. A method for a comprehensive assessment of the ecological component of the environment based on a case study of the Kirovsky district of the Perm city. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):84–93. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-84-93>

Введение

На сегодняшний день понятие городской среды имеет множество определений и рассматривается широко. При этом во всех случаях в основе представленных концепций построения городских систем и их оценки лежит множество различных факторов и их критериев. Систему формирующих компонентов оценки городской среды определяют в зависимости от предмета исследования. Так, Т.М. Дридзе выделяет четыре основных компонента: естественно-природный, материально-вещный, культурно-информационный и социоантропологический [1]. Данные компоненты могут быть систематизированы и представлены в модели комплексного оценивания. Проблемам исследования оценок городской среды, а также факторов, влияющих на качество городской среды, посвящены работы Дж. Форрестера, А.Э. Гутнова, Н.А. Аитова, В.А. Хомича [2–4].

Данными авторами были сформулированы и предложены основные классификации городской среды, включающие в себя определенные критерии и индексы оценки городской среды.

Министерством строительства РФ была разработана и принята методика формирования индекса качества городской среды¹, которая позволяет оценить шесть типов городских пространств, руководствуясь статистическими исследованиями.

Актуальность разработки методики субъектно-ориентированного комплексного оценивания окружающей среды обусловлена

следующим. С одной стороны, имеется достаточно много исследований, посвященных вышеуказанной теме, однако все представленные выше методики требуют глубоких производственных узкоспециализированных знаний и умений исследователя.

Соответственно, субъект, не обладающий данными умениями, не может применить их самостоятельно при изучении качества жизни в городской среде, в особенности экологического состояния среды².

При этом тема благоприятного проживания в городской среде является актуальной на сегодняшний день, ведь темпы роста новостроек стремительно увеличиваются. И, зачастую, приобретая недвижимость в конкретном районе, человек руководствуется уровнем развития инфраструктуры и совершенно не имеет возможности оценить качество естественно-природного состояния.

Так, в 2015 г. учеными В.А. Харитоновым и А.О. Алексеевым, занимающимися учетом предпочтений субъектов управления, была разработана концепция субъектно-ориентированного управления в социальных и экономических системах, позволяющая преодолеть негативные стороны субъективизма. Методы данной концепции являются оптимальными при изучении городской среды человеком с целью получения первичного представления о ее качестве [5–6].

В качестве примера рассмотрим методику определения комплексного показателя экологического риска территории на основе комплексного оценивания.

¹Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды (с изменениями на 30 декабря 2020 года): распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 марта 2019 года № 510-р.

²Квантификация предпочтений хозяйствующих субъектов управления в задачах цифровой экономики: монография / под ред. проф., д-ра техн. наук В.А. Харитонова. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. 172 с.

Метод комплексного оценивания экологической составляющей среды на примере Кировского района г. Пермь

На сегодняшний день исследование экологического состояния городской среды является актуальной задачей. Комплексная оценка территории представляет собой интегральную оценку частных (пофакторных) оценок, производимых исходя из отдельных природных и антропогенных факторов, оказывающих воздействие на территорию [7]. Для осуществления процедуры комплексного оценивания строятся деревья критериев. Вычисление комплексной оценки осуществляется на основе обращения к бинарным матричным сверткам и трансляции полученных результатов на верхние уровни дерева критериев в качестве исходных данных [8–9]. Исходные данные получаем при анализе компонентов среды и их оценивании по частным параметрам. В качестве примера рассмотрим оценку городской среды на основе трех составляющих: воздушной среды, водной и почвенной.

Этап 1. Вычисление комплексной оценки исследуемой территории на основе анализа воздуха, воды и почвы

Для проведения комплексной оценки исследуемой территории с целью определения качества экологической составляющей рассмотрим три основных элемента модели: воздух, воду и почву. Далее, основываясь на информации, предоставленной пунктами мониторинга состояния окружающей среды

г. Пермь³, проведем оценку состояния среды на основе исследования каждого элемента модели. Оценку для воздуха и воды необходимо проводить комплексно, руководствуясь данными по максимальному значению превышений, то есть во сколько раз максимально за определенный период была превышена предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ и химических соединений, а также по количественному показателю превышений, то есть сколько раз за период было зафиксировано превышение ПДК вредных веществ и химических соединений. Для определения комплексной оценки каждого выбранного элемента рассматриваемой среды был выбран механизм оценивания «Джобс-Декон»⁴, а также «активная экспертиза» [10]. В программном продукте «Джобс-Декон» каждым исследователем была построена модель для оценки городской среды: выбраны характеристики (вредные вещества и химические соединения), произведена процедура ранжирования степени важности элементов на основе группы опасности данных элементов и соединений, а также группы экспертов, определивших степень важности по количеству превышений. Воздушная среда оценивалась на основе информации⁵, полученной со стационарного поста ПНЗ №18, расположенного на ул. Победы, 41. Для удобства оценки были взяты данные по веществам, превышения ПДК, которых чаще всего происходили за последние пять лет. Процедура оценки воздушной среды представлена на рис. 1. и реализована в программном продукте «Джобс-Декон».

| Вещество | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Аммиак | | | | | | | 1,30 |
| Диоксид азота | 4,30 | 1,40 | | | | | |
| Ксилолы | 5,80 | 2,80 | 5,00 | 1,10 | 3,90 | | |
| Оксид углерода | | | | | 1,20 | | |
| Сероводород | 1,50 | | | | | | |
| Фенол | 1,50 | 3,50 | 1,50 | 1,30 | 1,50 | 3,80 | |
| Формальдегид | 1,10 | | 8,40 | | | | |
| Фторид водорода | 4,00 | 9,30 | 6,20 | 3,80 | 1,20 | | |
| Хлорид водорода | 15,00 | 5,60 | 1,40 | 2,60 | 2,20 | 2,40 | |
| Этилбензол | 6,60 | 4,80 | 8,10 | 2,80 | 5,40 | 2,50 | |

Рис. 1. Данные мониторинга по максимальному превышению воздушной среды на посту наблюдения за загрязнением № 18

Fig. 1. Monitoring data on the maximum excess of the air environment at the pollution observation post № 18

³Проект «Воздух и вода. Пермь» [Электронный ресурс]. URL: <http://airperm.ru/> (10.01.2021).

⁴Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018614405 от 05.04.2018. Автоматизированная система субъектно-ориентированного решения линейных задач ранжирования / выбора на основе соединения креативности и технологичности («Джобс-Декон») / А.О. Алексеев, А.В. Вычегжанин, М.С. Дмитриков, Д.Н. Кривогино, М.И. Мелехин, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин.

⁵Проект «Воздух и вода. Пермь» [Электронный ресурс]. URL: <http://airperm.ru/> (10.01.2021).

При построении функций приведения использовалась ниспадающая функция (монотонно убывающая) с вершинами для максимального превышения в 2, 4, 6, 8 раз с соответствующими оценками в шкале 4–1 и для количества превышений в 4, 8, 10, 12 раз с

соответствующими оценками 4–1. Шкала 1–4 интерпретируется как «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Результат оценки веществ по годам сведен в табл. 1.

Таблица 1. Сводная таблица расчётов оценки веществ и их итоговая оценка по средам

Table 1. Summary table of calculations of the assessment of substances and their final assessment for the environment

| <i>Воздушная среда</i> | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|---------------------|---------------------|------|------|------|------|------|
| Вещество | Максимальное превышение | | | | | | Итог | Количество выбросов | | | | | | |
| | Год (20_) | | | | | Итог | | Год (20_) | | | | | Итог | |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | |
| Этилбензол | 2,58 | 1,12 | 3,62 | 2,28 | 3,78 | 2,58 | 2,22 | 1,87 | 2,22 | 1,5 | 4 | 2,22 | | |
| Хлорид водорода | 2,17 | 4 | 3,73 | 3,92 | 3,83 | 3,4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2,73 | 3,4 | | |
| Фторид водорода | 1,12 | 1,87 | 3,06 | 4 | 4 | 2,8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2,2 | | |
| Фенол | 3,24 | 4 | 4 | 4 | 3,06 | 3,24 | 3,99 | 3,77 | 3,52 | 4 | 3,99 | 3,52 | | |
| Ксиолы | 3,62 | 2,47 | 4 | 3,02 | 4 | 3,02 | 3,77 | 3,99 | 4 | 3,99 | 4 | 3,77 | | |
| <i>Водная среда (створ № 1)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Вещество | Максимальное превышение | | | | | | | Итог | Количество выбросов | | | | | |
| | Год (20_) | | | | | | Итог | | Год (20_) | | | | | Итог |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| Взвешенные вещества | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1,51 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Железо общее | 1,56 | 1 | 1,70 | 1,20 | 1,51 | 1,75 | 1,70 | 3,52 | 2,22 | 1,63 | 2,73 | 1,63 | 3,99 | 2,50 |
| Марганец | 1,83 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 3,77 | 1,87 | 1,74 | 2,02 | 1,50 | 3,99 | 2,02 |
| Медь | 2,47 | 1 | 2,97 | 2,97 | 1,66 | 2,47 | 2,47 | 2,97 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,63 | 3,99 | 2,22 |
| Химическое потребление кислорода | 3,73 | 2,67 | 3,78 | 3,47 | 3,58 | 3,69 | 3,47 | 3,25 | 2,02 | 2,22 | 2,47 | 1,50 | 4 | 2,47 |
| <i>Водная среда (створ № 2)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Вещество | Максимальное превышение | | | | | | | Итог | Количество выбросов | | | | | |
| | Год (20_) | | | | | | Итог | | Год (20_) | | | | | Итог |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| Взвешенные вещества | 4 | 1 | 4 | 4 | 3,62 | 1,36 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Железо общее | 1,59 | 1 | 1,93 | 1,36 | 1,54 | 1,93 | 1,93 | 3,25 | 2,73 | 1,63 | 2,47 | 1,63 | 4 | 2,50 |
| Марганец | 2,02 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,20 | 1,50 | 3,99 | 1,87 | 2,22 | 2,22 | 1,63 | 4 | 2,22 |
| Медь | 2,97 | 2,02 | 2,47 | 1,66 | 1,66 | 2,02 | 2,02 | 3,25 | 2,02 | 2,02 | 2,97 | 1,50 | 4 | 2,50 |
| Химическое потребление кислорода | 3,78 | 2,58 | 3,47 | 3,13 | 3,40 | 3,78 | 3,13 | 2,73 | 2,02 | 2,22 | 2,22 | 1,50 | 4 | 2,22 |
| <i>Почвенная среда</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Вещество | Год (20_) | | | | | | Итог | | | | | | | |
| | 17 | | 18 | | 19 | | | | | | | | | |
| Медь | 2,74 | | 3,04 | | 2,63 | | 2,74 | | | | | | | |
| Цинк | 3,08 | | 3,63 | | 3,08 | | 3,08 | | | | | | | |
| Кадмий | 3,79 | | 3,11 | | 3,11 | | 3,11 | | | | | | | |
| Свинец | 3,40 | | 3,57 | | 3,46 | | 3,40 | | | | | | | |

В качестве примера рассмотрим вычисление оценки одним экспертом в программном продукте «Джобс-Декон» для воздушной среды в соответствии со следующей схемой:

1. Назначение характеристики объектов оценивания.

Исходя из данных мониторинга городской среды города Пермь в выбранном районе были

определены компоненты, по которым будет произведена оценка (рис. 2).

2. Построение области оценивания.

После определения характеристик объекта для каждого критерия выстраивается

своя функция с назначением граничных точек оценки (рис. 3). Исходя из того, в какой области функции окажется значение оцениваемого объекта, будет присуждаться соответствующая оценка.

- 1 Этилбензол (ед. измерения: во сколько раз превысило)
- 2 Хлорид водорода (ед. измерения: во сколько раз превысило)
- 3 Фторид водорода (ед. измерения: во сколько раз превысило)
- 4 Фенол (ед. измерения: во сколько раз превысило)
- 5 Ксиолы (ед. измерения: во сколько раз превысило)

Рис. 2. Характеристика объектов оценивания воздушной среды Кировского района г. Пермь
 Fig. 2. Characteristics of objects for assessing the air environment of the Kirovsky district of Perm

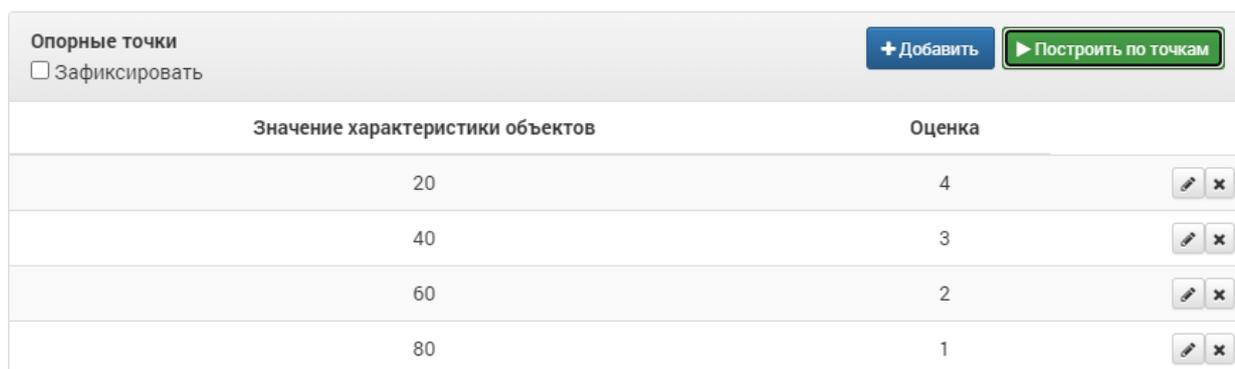
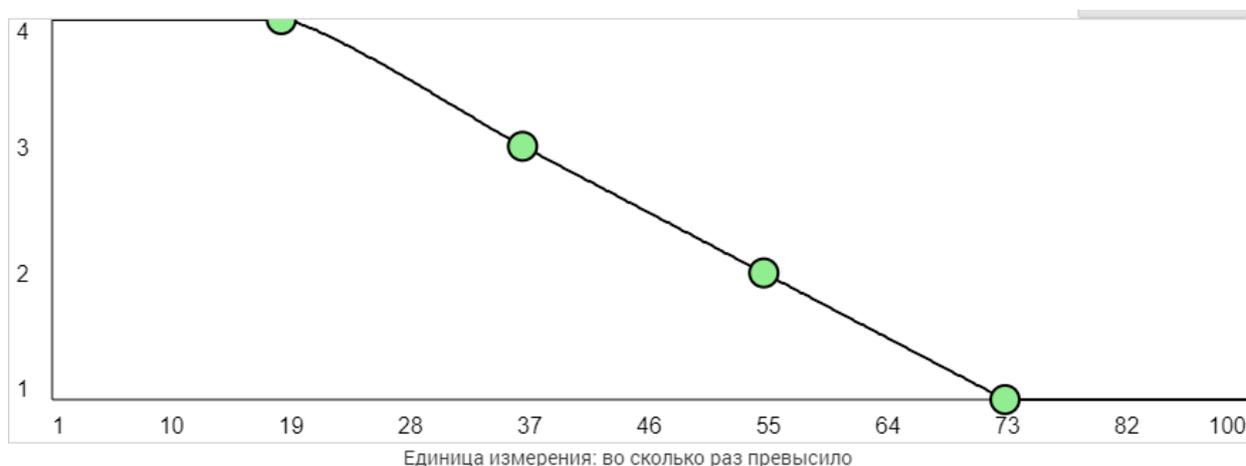


Рис. 3. Функция приведения для этилбензола (воздушная среда)
 Fig. 3. Adduction function for ethylbenzene (air environment)

3. Ранжирование характеристик объекта.

Так как необходимо вычислить оценку для конкретной характеристики (в нашем

случае вещества), то для данного элемента на шкале ранга выставляем 100% приоритет в процедуре ранжирования (рис. 4).

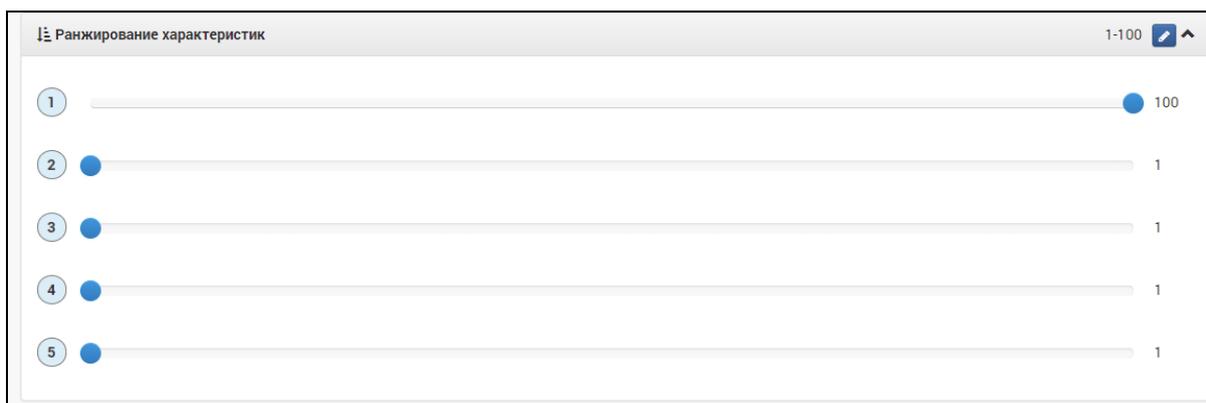


Рис. 4. Ранжирование объектов
Fig. 4. Object ranking

4. Построение модели объекта и получение его комплексной оценки.

Вводим реальные данные объекта оценивания (рис. 5). Далее, используя механизм активной экспертизы, получим общую комплексную оценку для каждого из веществ за определенный временной период. Затем вычислим оценку среды по максимальному превышению путем согласования оценок экспертов. На рис. 6 представлена процедура согласования оценок экспертов на примере этилбензола. Аналогичными действиями находим оценки для воздушной среды по количеству превышений, а также оценки для водной среды, а именно для створов № 1 (створ № 3113702, Воткинское водохранилище, в черте г. Пермь, 1,5 км ниже впа-

дения р. Мулянка) и № 2 (створ № 3113703, Воткинское водохранилище, 16 км ниже г. Пермь, 0,7 км ниже впадения р. Мулянка), так как именно в этой географической зоне находится исследуемый объект.

Для почвенной среды выполним аналогичные действия, используя данные за 2017–2019 года из доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края»⁶, это позволит получить более точное значение комплексной оценки. Процедура сведения комплексных оценок для воздушной, водной и почвенной сред была представлена в табл. 1, итоговые оценки сред после обработки данных с помощью активной экспертизы сведены в табл. 2.

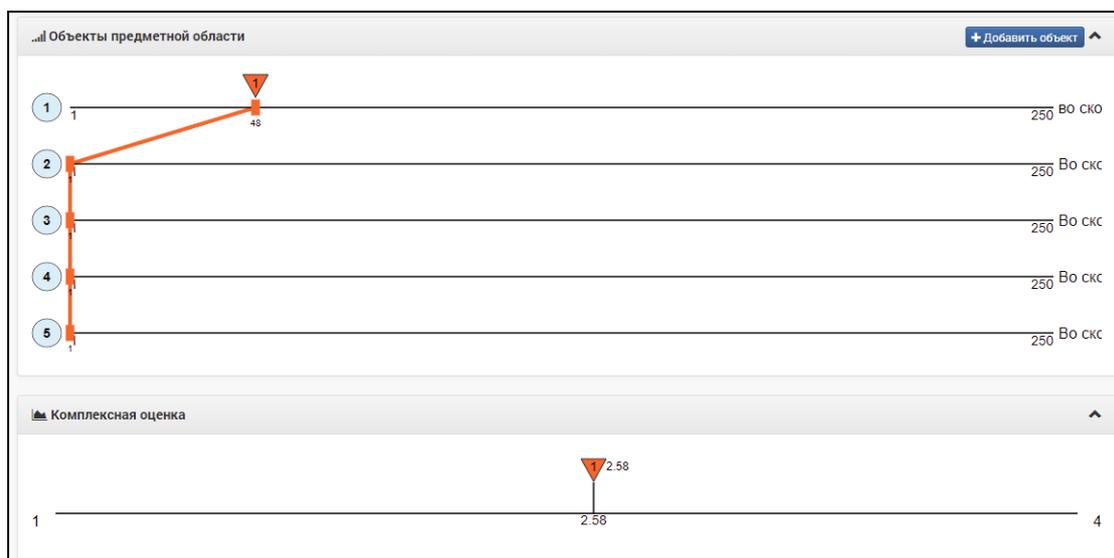


Рис. 5. Построение модели объекта
Fig. 5. Building a model of an object

⁶Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.permecology.ru/ежегодный-экологический-доклад/ежегодный-экологический-доклад-2019/> (10.01.2021)

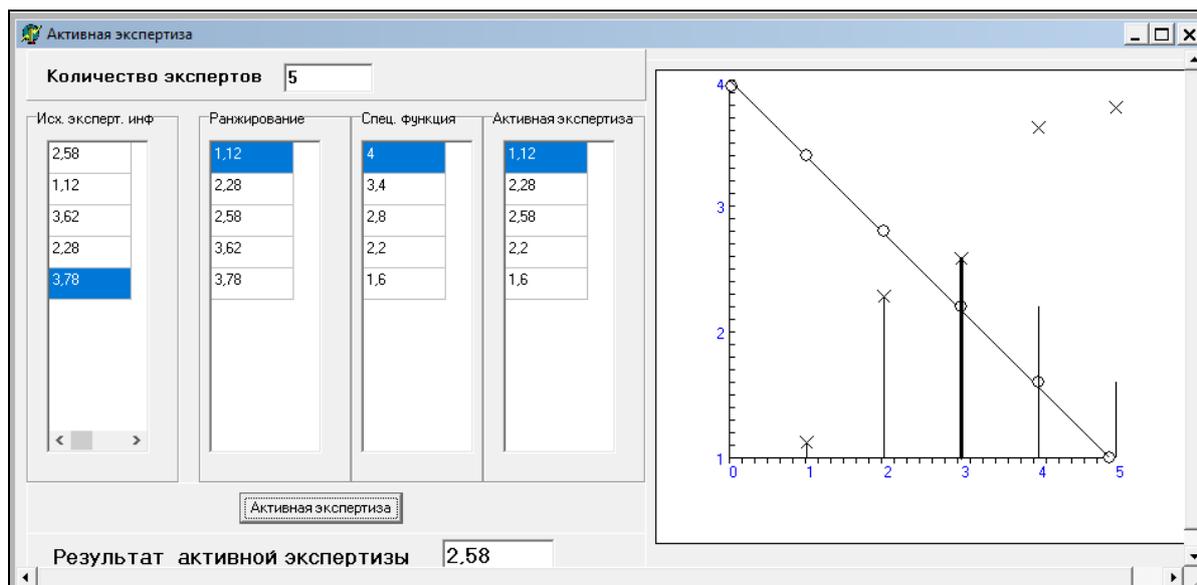


Рис. 6. Определение согласованной оценки на примере оценки этилбензола
 Fig. 6. Determination of a consensus estimate using the example of ethylbenzene evaluation

Таблица 2. Итоговая оценка каждой среды, полученная с помощью активной экспертизы
 Table 2. Final assessment of each environment, obtained through active examination

| Компонент оцениваемой среды | Оценка, полученная активной экспертизой |
|---|---|
| <i>Воздушная среда</i> | |
| Максимальное превышение ПДК на ПНЗ № 18 | 2,80 |
| Количество превышений ПДК на ПНЗ № 18 | 2,80 |
| <i>Водная среда</i> | |
| Максимальное превышение ПДК на створе № 1 | 2,20 |
| Максимальное превышение ПДК на створе № 2 | 2,20 |
| Количество превышений ПДК на створе № 1 | 2,47 |
| Количество превышений ПДК на створе № 2 | 2,5 |
| <i>Почвенная среда</i> | |
| Результаты отбора проб за 2017–2019 гг. из отчета по экологической обстановке Пермского края по Краснокамскому району | 3,08 |

Этап 2. Построение дерева свертки и вычисление комплексной оценки территории

После получения всех составляющих комплексной оценки экологической обстановки, а именно воздуха по двум подкритериям (максимальное превышение ПДК и количество превышений ПДК), воды по 2 створам (каждый створ оценивается, как воздушная среда, по 2 подкритериям), почвы по показаниям проб из земли за 2018 и 2019 гг. (так как за 2017 и 2018 гг. оценки получились практически идентичны, то отбросим оценку за 2017 г.), в сравнении с их ПДК, используя программный комплекс «Декон-Табл», а именно функцию свертки, создадим дерево свертки и получим комплексную оценку (рис. 7).

Матрица M1_1 – свертка воздушной среды. Для данной матрицы используем стан-

дартную матрицу M2a – «Поддержка развития хотя бы одного критерия при равноправном развитии критериев».

Матрица M1_2 – свертка по водной среде, а именно створа № 1. Для данной матрицы используем стандартную матрицу M3a – «Поддержка развития обоих критериев с компромиссом на первом».

Матрица M1_3 – свертка по водной среде для створа № 2. Для данной матрицы используем стандартную матрицу M3a – «Поддержка развития обоих критериев с компромиссом на первом».

Матрица M1_4 – свертка по почвенной среде. Для данной матрицы используем стандартную матрицу M3c – «Поддержка развития обоих критериев с компромиссом на любом».

Матрица M2_1 – свертка результатов оценки двух створов. Для данной матрицы используем стандартную матрицу M3c – «Поддержка разви-

тия обоих критериев с компромиссом на лю-
 бом».

Матрица M3_1 – свертка по водной и
 воздушной среде. Для данной матрицы ис-
 пользуем стандартную матрицу M2a – «Под-
 держка развития хотя бы одного критерия
 при равноправном развитии критериев».

Матрица M – общая свертка всех трех сред
 (воздушной, водной и почвенной). Для данной
 матрицы используем стандартную матрицу M2b
 – «Поддержка развития хотя бы одного крите-
 рия с приоритетом первого критерия».

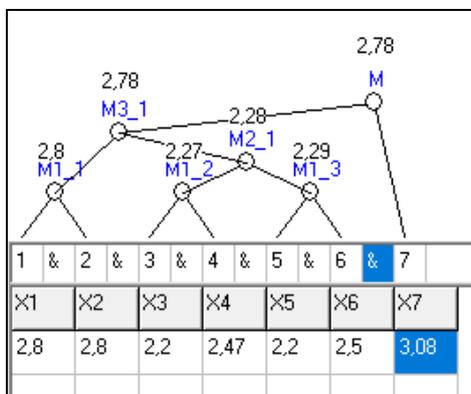


Рис. 7. Свертка экологической обстановки Кировского района г. Пермь при использовании активной
 экспертизы в обработке исходных данных

Fig. 7. Convolution of the ecological situation of the Kirovsky district of Perm when using active expertise
 in the processing of initial data

Заключение

Полученная комплексная оценка показы-
 вает, что состояние среды Кировского райо-
 на г. Пермь по экологическим признакам
 близко к удовлетворительному. Исходя из
 полученных оценок каждой составляющей,
 видно, что основным ухудшающим общую
 оценку фактором являются водные показате-
 ли. Можно заметить, что оценка воды на

створе № 1 (створ 3113702 на рис. 8) сама по
 себе низкая (табл. 2) и при прохождении створа
 № 2 (створ 3113703 на рис. 8) идёт на повыше-
 ние, то есть основной вклад в ухудшение пока-
 зателя района вносят не те выбросы, что про-
 исходят на исследуемой области, а те, что про-
 изводятся ещё до исследуемого створа, в дру-
 гих районах города.

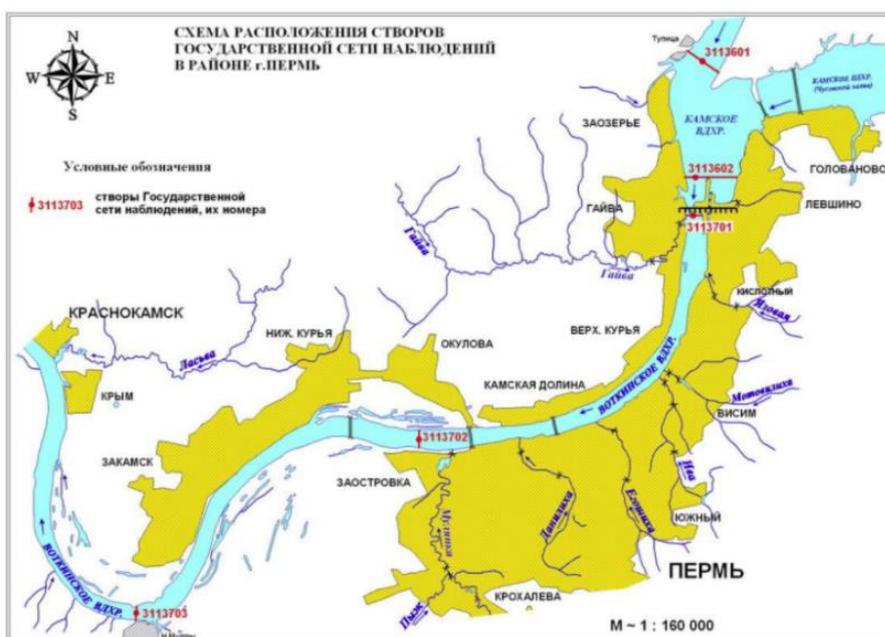


Рис. 8. Схема расположения створов государственной сети наблюдений в районе г. Пермь

Fig. 8. Layout of the state observation network in the area of Perm

Как видно из схемы расположения створов наблюдения (рис. 8), до створа №1 в реку Кама впадает несколько рек, и есть вероятность, что именно они являются причиной

неудовлетворительной оценки [11]. Но для подтверждения данной информации необходимо провести дополнительные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дридзе Т.М. Социальная коммуникация как текстовая деятельность в семиосоциопсихологии // *Общественные науки и современность*. 1996. № 3. С. 145–152.
2. Форрестер Дж. Динамика развития городов. М.: Прогресс, 1974. 286 с.
3. Гутнов А. Э. Города и люди: избранные труды. М.: МП «Ладья», 1993. 320 с.
4. Файзуллин Ф.С. Социологические проблемы города / под ред. Н.А. Аитова. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1981. 207 с.
5. Glinskiy V., Serga L., Khvan M. Assessment of Environmental Parameters Impact on the Level of Sustainable Development of Territories // *Procedia CIRP*. 2016. Vol. 40. P. 625–630. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.145>
6. Istomin E.P., Sokolov A.G., Abramov V.M., Gogoberidze G.G., Fokicheva A.A. Methods for external factors assessing within geoinformation management of territories // *SGEM2015 Conference Proceedings: 15th International SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing (June 18–24, 2015)*. Book 2, vol. 1, pp. 729–736. <https://doi.org/10.5593/SGEM2015/B21/S8.092>
7. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 6. С. 285. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=5214> (10.01.2021).
8. Харитонов В.А., Гейхман Л.К., Кривогино Д.Н. Механизмы субъектно-ориентированного ценообразования в задачах управления венчурными проектами // *Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика»*. 2017. Том 12. № 1. С. 61–77. <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2017-1-61-77>
9. Харитонов В.А., Вычегжанин А.В., Гревцев А.М., Кривогино Д.Н., Сафонов Н.И. Инструментальные средства «соединения креативности и технологичности» в задачах субъектно-ориентированного управления [Электронный ресурс] // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*. 2017. № 7 (101). С. 1. URL: <http://www.uecs.ru/uecs-101-1012017/item/4474-2017-06-27-08-20-00> (10.01.2021).
10. Харитонов В.А., Дмитриюков М.С., Ларионова Р.А. Алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия согласованных инвестиционных решений в задачах управления объектами культурного наследия // *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика*. 2016. № 3 (30). С. 61–76. <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2016-3-61-76>
11. Двинских С.А., Китаев А.Б. Экологическое состояние малых рек города Перми // *Географический вестник. Науки о Земле и смежные экологические науки*. 2011. № 2 (17). С. 32–43.

REFERENCES

1. Dridze TM. Social communication as a textual activity in semiosocial psychology. *Obshchestvennyye nauki i sovremennost'*. 1996;3:145–152. (In Russ.)
2. Forrester JW. Urban Dynamics. Moscow: Progress; 1974. 286 p. (In Russ.)
3. Gutnov AE. Cities and people: selected works. Moscow: Lad'ya; 1993. 320 p. (In Russ.)
4. Fajzullin FS. Sociological problems of the city. Saratov: Saratov University Publ.; 1981. 207 p. (In Russ.)
5. Glinskiy V, Serga L, Khvan M. Assessment of Environmental Parameters Impact on the Level of Sustainable Development of Territories. *Procedia CIRP*. 2016;40:625–630. (In Russ.) <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.145>
6. Istomin EP, Sokolov AG, Abramov VM, Gogoberidze GG, Fokicheva AA. Methods for external factors assessing within geoinformation management of territories. *SGEM2015 Conference Proceedings: 15th International SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing*. June 18–24, 2015. Book 2, vol. 1. pp. 729–736. <https://doi.org/10.5593/SGEM2015/B21/S8.092>
7. Kopylov IS. Principles and criteria of the integrated estimation of the geo-ecological condition of the natural and urbanized territories. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2011;6:285. Available from: <http://www.science-education.ru/article/view?id=5214> [Accessed 10th January 2021] (In Russ.)
8. Kharitonov VA, Geikhman LK, Krivogina DN. Mechanisms of object oriented pricing in venture project management tasks. *Vestnik Permskogo*

universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2017;12(1):61–77. (In Russ.) <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2017-1-61-77>

9. Haritonov VA, Vychezhnanin AV, Grevcev AM, Krivogina DN, Safonov NI. Tools for connecting creativity and manufacturability in tasks of subject-oriented management. *Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*, 2017;7(101):1. Available from: <http://www.uecs.ru/uecs-101-1012017/item/4474-2017-06-27-08-20-00> [Accessed 10th January 2021] (In Russ.)

Сведения об авторах

Фияшко Ксения Сергеевна

магистрант,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
614990, г. Пермь, Комсомольский пр-кт, 29,
Россия,
✉e-mail: ksenia19974@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5887-8383>

Кривогина Дарья Николаевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры строительного инжиниринга и материаловедения,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
614990, г. Пермь, Комсомольский пр-кт, 29,
Россия,
e-mail: krivogina@cems.pstu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6453-3701>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 14.01.2021.
Одобрена после рецензирования 16.02.2021.
Принята к публикации 18.02.2021.

10. Kharitonov VA, Dmitryukov MS, Larionova RA. Making concerted investment decisions in cultural heritage management: algorithms of intellectual support. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy.* 2016;3(30):61–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2016-3-61-76>

11. Dvinskikh SA, Kitaev AB. Ecological condition of the small rivers of perm city. *Geograficheskij vestnik = Geographical Bulletin.* 2011;2(17):32–43. (In Russ.)

Information about the authors

Ksenia S. Fiyashko,

Master's degree student,
Perm National Research Polytechnic University,
29, Komsomolsky prospect, Perm, 614990, Russia,
✉e-mail: ksenia19974@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5887-8383>

Daria N. Krivogina,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor
of the Department of Construction
Engineering and Materials Science,
Perm National Research Polytechnic University,
29, Komsomolsky prospect, Perm, 614990, Russia,
e-mail: krivogina@cems.pstu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6453-3701>

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 14.01.2021.
Approved after reviewing 16.02.2021.
Accepted for publication 18.02.2021.



Концептуальные направления развития инженерно-технических систем жизнеобеспечения городского хозяйства в области обращения с отходами

© Э.С. Цховребов¹, У.Д. Ниязгулов²

¹Академия безопасности и специальных программ, г. Москва, Россия

²Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия

Резюме: Цель – формирование концептуальных основ создания экологически безопасной системы обращения с ценной ресурсной составляющей отходов с организацией последующего повторного использования в хозяйственном обороте (на примере комплексов строительства и коммунального хозяйства как основных жизнеобеспечивающих структур муниципальных образований). Методология исследования основывается на применении комплекса разноплановых научно-исследовательских методов, факторного и экспертного анализа, априорного ранжирования, SWIFT- и PEST-анализа, обобщения, аналогии, классификации и композиции. Приведены достигнутые результаты собственных исследований в области создания концепций и стратегий в сфере обращения с отходами и вторичными ресурсами. В процессе системного анализа области обращения с отходами определены доминантные факторы и пути повышения ее эффективности, ресурсосберегающей направленности и экологической безопасности. Полученные результаты свидетельствуют о возможности налаживания эффективной системы вовлечения ресурсной составляющей отходов строительства и коммунального хозяйства в экономический цикл. Выявлены группы факторов, ограничений, сценарных условий, способствующих успешному созданию и перспективному развитию системы обращения с вторичными ресурсами в рассматриваемых отраслях и секторах экономики, угрозы и риски в процессе ее становления и функционирования, представлен комплекс научно-методических подходов к их системному анализу. В работе предложены основные концептуальные направления и механизмы создания и развития системы обращения с вторичными ресурсами, образующимися в результате отходообразующей деятельности строительного и коммунального комплексов городского хозяйства муниципальных образований, обеспечивающие решение проблем экологической безопасности территорий регионов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, ресурсосбережение, строительство и коммунальное хозяйство, вторичные ресурсы, твердые коммунальные и строительные отходы, вторичное сырье, раздельный сбор, обработка, утилизация отходов

Для цитирования: Цховребов Э.С., Ниязгулов У.Д. Концептуальные направления развития инженерно-технических систем жизнеобеспечения городского хозяйства в области обращения с отходами. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 94–111. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-94-111>

Conceptual directions in the development of life support engineering and technical systems in an urban economy in the field of waste management

Eduard S. Tshovrebov, Ural D. Niyazgulov

Academy of Safety and Special Programs, Moscow, Russia

Russian University of Transport, Moscow, Russia

Abstract: The goal is the formation of conceptual foundations for creating an environmentally safe system for handling the valuable resource component of waste with the organization of subsequent recycling in economic circulation (a case study of construction and utility facilities as the main life-supporting structures of municipalities). The research methodology was based on the use of a set of diverse research methods, factor and expert analysis, prior ranking, SWIFT and PEST analysis, generalization, analogy, classification, and composition. The results of the authors' research in creating concepts and strategies in the field of waste management and secondary resources are pre-

sented. In the process of system analysis of waste management, the dominant factors and ways to enhance its efficiency, resource-saving focus, and environmental safety have been identified. The results obtained indicate the possibility of establishing an effective system for involving the resource component of construction and municipal waste into the economic cycle. The groups of factors, restrictions, scenario conditions, contributing to a successful creation and long-term development of a system of handling secondary resources in the considered industries and sectors of the economy, threats and risks in the process of its formation and functioning were identified; a set of scientific and methodological approaches to their system analysis was presented. The paper proposes the main conceptual directions and tools for the creation and development of a system for handling secondary resources formed as a result of waste-generating activities of construction and utility facilities of the urban economy of municipalities, which provide a solution to the problems of environmental safety of the regions.

Keywords: ecological safety, the savings of resources, building and municipal service, secondary resources firm municipal and building waste, secondary raw materials, separate gathering, processing, recycling of a waste

For citation: Tshovrebov ES, Niyazgulov UD. Conceptual directions in the development of life support engineering and technical systems in an urban economy in the field of waste management. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):94–111. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-94-111>

Введение

Современный этап развития России характеризуется крайне высоким уровнем потребления материально-сырьевых ресурсов, вызванным экспортно-сырьевой направленностью развития национальной экономики. В комплексе с ростом потребления различных видов продукции, товаров, материалов и изделий негативным последствием таких тенденций становится ежегодный устойчивый рост количества образующихся опасных отходов производства и потребления [1–4].

Аналогичные актуальные вызовы затрагивают все мировое сообщество. В целях обеспечения устойчивого социально-экономического и промышленного развития экологические и ресурсосберегающие стратегии, концепции и программы США, Японии, Китая, стран Европейского Союза в сфере управления, регулирования обращения с отходами предусматривают оптимальное решение этих проблем на всех стадиях инвестиционного процесса [5–9].

На предпроектной и проектной стадиях разрабатываются и выполняются требования экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения, повторного использования отходов, применения экологичных, безопасных материалов и изделий с использованием вторичного сырья, экологические и санитарные ограничения, регламентируемые в документации на размещение, проектирование, строительство, ре-

конструкцию и ликвидацию различных объектов. Сформирована система «зеленых» стандартов, технологий экологически безопасного «зеленого» строительства, эффективно реализующая ресурсосберегающие механизмы стандартизации, регулирования, контроля, аудита и управления [10–14]. На стадии материального производства предотвращение, снижение образования отходов, обеспечение максимального повторного их использования в виде вторичных ресурсов (ВР) реализуется в ведущих странах мира путем внедрения малоотходных и безотходных технологий, селективного сбора, замкнутых технологических процессов, снижением материалоемкости продукции, потерь материалов, рациональной организацией производства и иными организационно-техническими мероприятиями. На стадии потребления приоритетными мерами служат: создание экономичных видов упаковки, обеспечивающих ее рециклинг и реуперацию, отдельный сбор отходов, увеличение срока службы товаров и другие меры [15, 16].

Из образующихся ежегодно в России более 700 млн т отходов (без учета деятельности по добыче полезных ископаемых) не менее 3,6% образует ЖКХ, 2,1% – строительство. В связи с программами реновации, сноса ветхого жилья, развитием строительной индустрии вклад отходов строительства, ремонта и сноса в общей величине образования, по экспертным оценкам, имеет тенденцию к росту до значений 6–7%. Обращение с упомянутыми отходами – основными источниками поступления на

полигоны и свалки – становится актуальной и значимой проблемой экологической безопасности территорий. Несмотря на проводимую «мусорную» реформу, продолжающаяся в регионах практика размещения отходов в природной среде способствует ее повсеместному загрязнению, возникновению экологического вреда, а также зон чрезвычайной ситуации. В результате занятая местами захоронения площадь земельных участков в России составляет порядка 4 млн га, что сопоставимо с территориями Швейцарии, Дании, Нидерландов и, к тому же, ежегодно увеличивается примерно на 10%. Экологическую проблему национального масштаба значимо усугубляет исчерпание полигонами эксплуатационных мощностей, приводящее к росту числа несанкционированных свалок. Прогрессирующий экономический ущерб в результате загрязнения компонентов природной среды, нерационального изъятия природных ресурсов оценен на заседании Государственного совета от 27.12.2016 г. по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» в объеме 6% от ВВП. Возникающая социальная напряженность, связанная с ухудшением качества окружающей среды, затрагивающего жизнь и здоровье населения, будущих поколений, также ставит проблему обращения с отходами в ряд стратегических, требующих неотложно решения на государственном уровне.

Сложившаяся десятилетиями отечественная экологически опасная система обращения с отходами требует коренной организационно-технической реорганизации от преимущественного захоронения к эффективно действующей в мире ресурсосберегающей системе, основанной на применении инновационных, высокотехнологичных, экологически безопасных методов, технологий раздельного сбора, обработки, использования вторичных ресурсов [17–19].

Реализация обозначенных актуальных задач невозможна без создания новых научно-методических подходов к формированию современных ресурсосберегающих организационно-технических систем на базе схем и концепций стратегического планирования, прогрессивных методов организации и управления, в основе которых лежат рациональные, обоснованные, эффективные научно-технические решения, соответствующие общепринятым в мировом сообществе приоритетам в области обращения с отходами, обеспечения экологической

безопасности, устойчивого развития, охраны здоровья людей, принципам преемственности наилучших практик отраслевого планирования, технического регулирования и стандартизации [20].

Формирование концептуальных подходов к организации экологически безопасной системы обращения с ресурсным потенциалом отходов строительства и городского хозяйства как основных жизнеобеспечивающих структур регионов и муниципальных образований является в настоящее время актуальной и значимой научно-технической задачей федерально- и отраслевого уровней.

Обозначенные факторы определили выбор темы исследования, его цель, задачи, методы, способы и поэтапный алгоритм проведения.

Методы

Материалами для проведения настоящего исследования послужили: законодательная база в области охраны окружающей среды и обращения с отходами, опубликованные результаты научных исследований отечественных и зарубежных авторов, информационные данные, материалы собственных исследований.

Научное исследование реализуется посредством применения комплекса разноплановых научно-исследовательских методов: факторного и экспертного анализа, априорного ранжирования, SWIFT- и PEST-анализа, обобщения, аналогии, классификации, композиции.

Результаты и их обсуждение

Первоочередная задача исследования – это обобщение, консолидация, интеграция информационной базы, с одной стороны, о внутренней и внешней среде системы для прогноза и оценки изменения параметров, условий, способов, вариантов ее качественного улучшения, реорганизации, актуализации, перспективного устойчивого развития, позволяющих дать всесторонний анализ влияния различных групп факторов на механизмы, процессы ее работы и, с другой стороны, о воздействии самой системы на состояние и изменение изучаемых факторов.

В ходе исследования адаптирована комбинация известных научно-исследовательских (качественных аналитических, логических, статистических) методов для последовательного применения в новой предметной области обращения с ВР. По результатам обработки полученных информационно-статистических данных специальными способами и приемами, с последующим преобразованием, сформирована группа доминантных факторов, определяющих пути повышения эффективности, ре-

сурсосберегающей, природоохранной направленности действующей системы обращения с отходами, выделены основные направления стратегического планирования и составляющие механизма экологически безопасного использования ресурсной составляющей.

После анализа сложившихся общемировых, национальных тенденций установлены группы факторов, непосредственным или опосредованным образом влияющих на механизм обращения с отходами: правовые, ресурсные, организационно-технические, социальные, экономические, регулятивно-управленческие, экологические. Акцентировано внимание на том, что выделенный широкий спектр разноплановых многомерных факторов не дает возможности для обоснованной всесторонней оценки и однозначной интерпретации анализируемого процесса и связанных с ним показателей в случае применения одного или даже нескольких однотипных методов исследования.

По результатам анализа применяемых методов оценки многоуровневой области обращения с отходами установлено, что основной проблемой выбора необходимого и достаточного комплекса методических инструментов является отнесение изучаемой переменной, характеризующей конкретный процесс или этап обращения, к двум и более факторам, влияющим на их параметры, свойства, в том числе экологическую, природно-ресурсную, экономическую компоненту.

В ходе выбора оптимального комплекса исследовательских инструментов выдвинута гипотеза, заключающаяся в том, что на этапах выявления в изучаемой системе групп сложившихся противоречий, не дающих оснований квалифицировать ее состояние и свойства как экологически безопасные, а также поиска концептуальных направлений формирования ресурсосберегающего механизма системы в качестве оптимальных методов научного исследования могут выступать факторный и экспертный анализ. Она содержит предположение, что комбинирование и адаптация означенных методов применительно к объекту и предмету исследования позволяют обеспечить всестороннюю, углубленную, обоснованную оценку изучаемой проблемы на базе обобщения и систематизации актуальной информации в области методов управления отходами, передовых научно-

практических достижений и результатов, технологий, накопленного опыта и знаний.

При оценке комплекса инструментов для решения поставленных задач установлены основания целесообразности применения факторного анализа, позволяющего разделить массив переменных на малое число групп или факторов, а их классификацию осуществить по критерию корреляции между переменными. Реализация метода дала возможность объединить в один значимый фактор несколько показателей, тесно коррелирующих между собой, слабо или вообще не коррелирующих с другими переменными, определяющими мало-значимые факторы, с последующим сокращением состава показателей, выделяя их релевантные категории, выявлением из несистематизированного массива данных переменных, значимо характеризующих изучаемую предметную область.

При поэтапной реализации методологии исследования первоначальная задача сводилась к идентификации, классификации, группировке достоверной, объективной информации, носителями которой служат категории респондентов, участвующие на профессиональном уровне в работе системы обращения с отходами. В соответствии с данным принципом в качестве исследовательских групп выбраны категории информационных источников, реализующих означенную деятельность на различных организационно-управленческих, научно-техническом и производственном уровнях: представители предпринимательского, научного и экспертного сообщества; государственных органов – федеральных (Минэкономразвития, Минприроды, Минпромторг, Минтранс, Минстрой, Минэнерго России), региональных (департаменты природных ресурсов и экологии, ЖКХ, строительства); хозяйствующих субъектов; профессиональных объединений переработчиков отходов. Определены приоритетные категории информационной составляющей изучаемой области: научные публикации, выступления на конференциях, круглых столах, в СМИ, государственные доклады, ведомственные отчеты, нормативно-техническая документация, НИР, прогнозы, стратегии, концепции, программы. В ходе исследования респонденты оценивались по широкому кругу параметров: информационному, статусному (руководитель, специалист, депутат, эксперт, научный работник, бизнесмен), дате, актуальности информации и ряду других.

При формировании переменных по однородным группам (сегментам, категориям), раз-

личным параметрам, а также результирующей переменной представлялось необходимым решить две исследовательские задачи. Во-первых, выявить схожие (тесно коррелирующие между собой) положения, мнения, утверждения с последующим их разделением на однородные группы:

а) характеризующие различные аспекты непосредственно области обращения с отходами и ВР;

б) взаимосвязанные, взаимозависимые с другими сферами общественных отношений (экономических, социальных, научно-технических, правовых, экологических, технологических);

в) определяемые на всех уровнях взаимодействия (федеральный, региональный, местный) и этапах обращения с отходами.

Во-вторых, необходимо было выделить группы схожих по значению параметров.

Как показало исследование, поставленные задачи не представлялось возможным решить методами логической регрессии или дискриминантного анализа в силу отсутствия зависимой результирующей переменной при наличии только лишь независимых равнозначных параметров.

Сложность использования факторного анализа заключалась в необходимости обоснованного трактования полученных неоднозначных для интерпретации доводов, аргументов различных респондентов с точки зрения их рациональности, объяснимости, применимости с учетом множества правовых, организационно-технических, иных противоречий.

В целях оптимального решения поставленной исследовательской задачи, получения более достоверного и однозначно интерпретируемого результата в работе реализован методический прием, основанный на дополнении факторного анализа методами группировки и экспертных оценок. Существенными и значимыми признавались экспертные оценки в области права, экономики, экологии, управления, технологий групп профильных специалистов, обладающих весомым объемом достоверной информации по рассматриваемой проблеме, активной гражданской позицией и желанием изменить сложившуюся негативную ситуацию в данной сфере, достаточным уровнем рациональности, кругозора, креативности мышления, профессионализма, практического опыта и знаний в различных аспектах предметной области; свободных от коммерческих или личных предпочтений в отношении оценки сложившихся против-

речий и путей их разрешения.

Применение экспертного анализа осуществлялось по широкому кругу вопросов, связанных с рассматриваемой актуальной проблемой: объективные и субъективные причины сложившейся ситуации, ее прогнозирование при действующей системе или в случае принятия комплекса неотложных мер по налаживанию ресурсосбережения, максимального использования ресурсного потенциала отходов; поиск обоснованных инновационных путей решения задач обеспечения экологической безопасности в рамках технологической, экономической, экологической ситуации вокруг сферы обращения с отходами; выбор оптимального варианта решения среди имеющихся.

При обработке значительного массива информации исследование дополнялось методом априорного ранжирования, позволяющего из большого числа факторов выделить наиболее важные для дальнейшего изучения и отсеять несущественные. Вклад каждого фактора оценивался по величине ранга, отведенного экспертом конкретному показателю в процессе ранжирования всей выборки с учетом предполагаемого влияния на результирующие параметры, путем определения места факторов в ранжированном ряду. Данный подход позволил более объективно принять или отвергнуть предварительные гипотезы, связанные с причинами возникновения проблемы, дать сравнительную оценку влияния различных факторов на сложившиеся противоречия, исключив малозначимые из дальнейшего рассмотрения. Развитие методологии исследования путем расширения состава методов обеспечило возможность более обоснованной классификации респондентов на целевые экспертные группы на основании выделенных значимых характеристик, позволив реализовать задачи, не поддающиеся решению аналитическим и логическим способом.

Исследование осуществлено поэтапно в соответствии с действующими методиками проведения экспертного анализа, ранжирования и экспертных оценок.

Этап 1. Формирование экспертной комиссии. В анализируемой выборке исследованию подлежало компетентное мнение $m = 86$ экспертов, включая 20 руководителей и специалистов ассоциаций в сфере обращения с отходами, 5 представителей научного и экспертного сообщества, 6 федеральных и 46 региональных органов исполнительной власти, 9 руководителей и ИТР промышленных, научно-производственных компаний. Число анализируемых факторов составило $n = 65$. В связи со значительной величиной выборки и сложно-

стью расчетов анализ проводился параллельно в два подэтапа: $n = 44$, $m = 16$ (ассоциации переработчиков отходов) и $n = 21$, $m = 70$ (органы государственной власти, представители научного, экспертного сообщества).

Этап 2. Сбор мнений специалистов осуществлялся путем анкетного опроса по письменному запросу Минпромторга России в рамках формирования проекта плана мероприятий Стратегии. Оценку степени значимости параметров эксперты производили путем присвоения им рангового номера. Фактору, которому эксперт давал наивысшую оценку, присваивался ранг 1. В случае признания экспертом нескольких факторов равнозначными, им присваивался одинаковый ранговый номер. На основе данных анкетного опроса составлялась сводная матрица рангов.

Этап 3. Оптимизация сводной матрицы рангов. В ходе проведения расчетов в системе *Excel*, в матрице выявлялись связанные ранги (одинаковый ранговый номер) в оценках экспертов, что вызывало необходимость их переформирования. Переформирование рангов осуществлялось без изменения мнения эксперта, т.е. между ранговыми номерами сохранялись соответствующие соотношения (больше, меньше или равно), с учетом исключения возможности проставления ранга ниже значения, равного количеству параметров ($n = 21$), в целях обеспечения корректности расчетов при составлении матрицы рангов. На основании переформирования рангов строилась новая матрица рангов. Результаты опроса экспертов обрабатывались в следующей последовательности: определение суммы рангов по факторам $\sum x_{ij}$, разности (Δi) между суммой каждого фактора и средней суммой рангов, суммы квадратов отклонений, где x_{ij} – ранг каждого i -го фактора у j -го исследователя. Проверка показала: суммы по столбцам матрицы равны между собой и контрольной сумме, что позволило утверждать о корректности составления матрицы.

Этап 4. Анализ значимости исследуемых факторов, позволивший в соответствии с общепринятой методикой ранжирования распределить факторы по значимости в табличной форме.

Этап 5. Оценка средней степени согласованности мнений всех экспертов. С учетом необходимости балльной оценки, анализ степени согласованности мнений

экспертов проводился посредством расчета коэффициента вариации, характеризующего условную меру различий мнений экспертов в отношении к средней величине групповой оценки, в порядке определения параметров:

а) величины дисперсии D_j оценок, данных j -му фактору;

б) среднего квадратичного отклонения оценок, полученных j -м фактором;

в) коэффициента вариации оценок, полученных j -м фактором, исчисленных по общепринятым методикам расчета и оценки.

В случае значения коэффициента вариации $\leq 0,30$ степень согласованности экспертов оценивалась как низкая, при значении коэффициента вариации $\leq 0,20$ квалифицировалась в качестве высокой. Рассчитанные коэффициенты вариации позволили определить оценку степени согласованности мнений экспертов как достаточную для выбора окончательных решений.

Этап 6. Оценка значимости с помощью коэффициента конкордации. В связи с наличием ситуации, при которой были выявлены связанные ранги (одинаковые значения рангов в оценках одного эксперта), проводилась оценка степени согласованности мнений экспертов с применением коэффициента конкордации (согласия) W (коэффициента Кендалла). При значении расчетной суммы гипотеза о наличии согласованности мнений исследователей принималась в случае, если при заданном числе степеней свободы табличное значение χ^2 составляло меньше расчетного для 5%-го уровня значимости. Для этой цели оценивался критерий согласования Пирсона. Вычисленный χ^2 сравнивался с табличным значением для числа степеней свободы $K = n - 1 = 43$ при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$. Так как χ^2 расчетный (159,62) превысил табличный (61,65), сформировано утверждение, что ($W = 0,23$) – величина не случайная, полученные результаты достоверны, могут применяться в дальнейших исследованиях. Проведенная оценка дала возможность установить степень согласованности мнений экспертов по всем положениям.

Системное применение факторного анализа, методов ранжирования и экспертных оценок позволило осуществить формулирование сложившихся проблем, путей их решения в рамках правового поля, общепринятой терминологии с позиций реальности, единообразия толкования, однозначности, точности, исключения возможной смысловой неопределенности, обеспечения научной обоснованности, нацеленности на достижение поставленных

задач исследования. Принималось во внимание, что результаты проведенного комплексного анализа позволяют систематизировать информацию, необходимую для подготовки и принятия научно-практических решений в рамках исследуемой актуальной проблемы и не подменяют собой нормативную базу и уже принятые основные стратегические направления действий в области обращения с отходами.

Доминантные факторы и пути повышения эффективности и экологической безопасности действующей системы обращения с отходами, установленные на основе согласованного мнения экспертов, определяющие приоритетные направления по ее реорганизации, актуализации и вместе с тем одновременно являющиеся предметом научных исследований и изысканий в рамках научно-технического развития России в обобщенном виде, представлены на рис. 1.

Близкими к согласованному мнению определены: необходимость комплексной программы по обращению с отходами (I и II классов опасности, крупногабаритного мусора (КГМ), строительства и сноса), требований по внедрению отдельного сбора и сортировке отходов.

Всесторонний анализ действующей системы обращения с отходами показал от-

сутствие эффективного механизма использования ВР и их вовлечения в хозяйственный оборот, экономических стимулов к ресурсосбережению, отдельному сбору отходов, развитию инфраструктуры. Результаты проведенного анализа, принимая во внимание недостаточность социально-экономической, ресурсосберегающей ориентированности и целенаправленности действующей системы, дают основание сделать вывод о необходимости ее реорганизации, актуализации, совершенствования с трансформацией в инновационную систему обращения с ВР.

Концептуальная особенность исследовательского подхода предопределила необходимость формирования системы обращения с ВР в качестве комплексной программы мер, направленных на создание организационно-технических, экономических, правовых, регулятивных условий в целях вовлечения ресурсного потенциала ТКО и строительных отходов в хозяйственный оборот без их поступления в природную среду, развития технологической инфраструктуры. Выделенный спектр проблем послужил основанием для выбора комбинации методов анализа в качестве логико-аналитического инструмента, позволяющего обоснованно реализовать поставленные задачи.

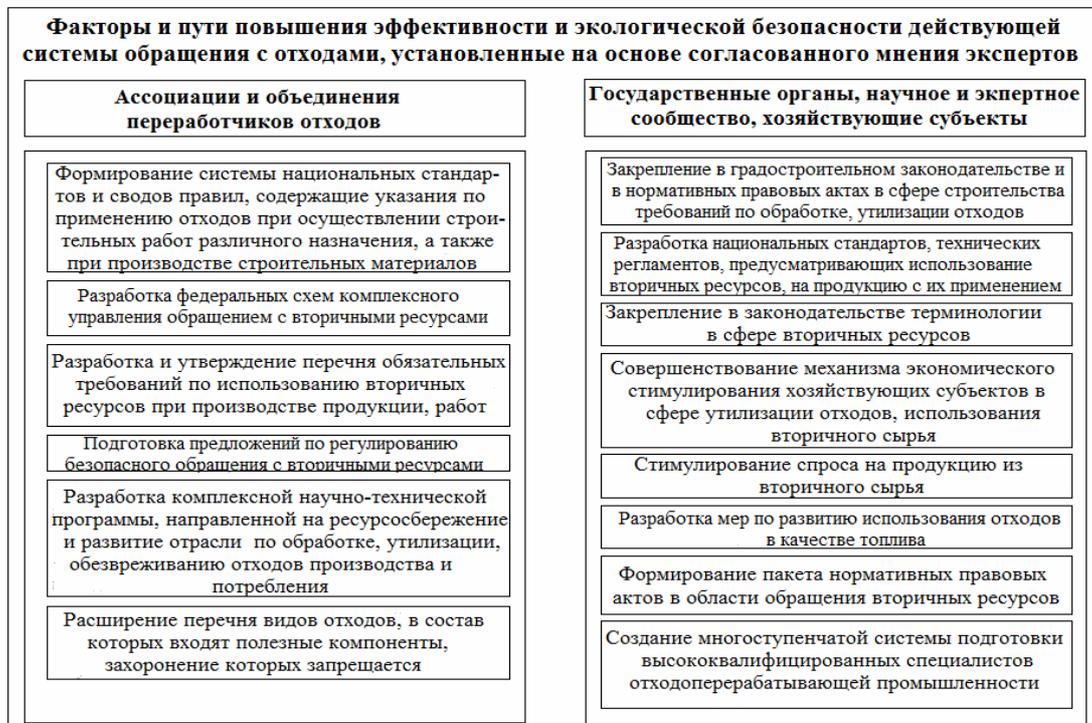


Рис. 1. Доминантные факторы и пути повышения эффективности и экологической безопасности действующей системы обращения с отходами

Fig. 1. Dominant factors and ways to increase efficiency and ecological safety of operating system of the reference with a waste

В рамках адаптации известных способов и их приложения в новой предметной области исследование различных взаимосвязанных аспектов, отражающих концептуальные основы создания новой системы, впервые реализовано с применением методов PEST- и SWIFT-анализа. PEST-анализ, с учетом предназначения и методических возможностей, применялся в части комплексной оценки степени влияния внешних и внутренних факторов на создание и перспективное развитие системы обращения с ВР, их значимости, характера и причин изменения.

При выборе формы, уровня и вида PEST-анализа большое значение имела всесторонняя оценка полноты и состава исследуемых групп факторов: PEST: Political + Economical + Social + Technological (политические, экономические, социальные, технологические); PESTEL: PEST + Environmental / Ecological + Legal (PEST + природоохранные (экологические) + правовые); PESTELI: PESTEL + Industry analysis (PESTEL-анализ, дополненный отраслевым анализом рынка и уровня индустриализации); LONGPEST: PESTELI + Local + National + Global factors (PEST-анализ с оценкой факторов на местном, региональном, отраслевом и национальном уровне).

Выбор окончательного инструмента PEST-анализа осуществлялся с учетом масштаба, общественно-политической, социально-экономической значимости решаемой экологической задачи.

Принимая во внимание многофункциональность, взаимосвязь и взаимозависимость системы обращения с ВР со всеми сторонами общественных отношений, в качестве инструмента комплексного исследования был выбран LONGPEST-анализ факторов на местном, региональном, отраслевом, общегосударственном уровне, в рамках следования общемировым принципам и приоритетам в области обращения с отходами, ресурсосбережения, экологической безопасности.

Научно-исследовательская проблема, разрешаемая в результате применения PEST-анализа, состояла не только в комплексной оценке степени влияния внешних и внутренних факторов на создание и перспективное развитие системы обращения с ВР, но и в прогнозе его изменения в пер-

спективе, что позволит использовать полученные информационно-аналитические данные для разработки концептуальных основ формирования системы обращения с ВР.

Особенности и состав аналитического инструментария означенного метода предопределили возможность его системного применения в комплексе со SWIFT-анализом при разработке сценарных условий перспективного развития системы, прогнозировании возможных рисков ее создания и функционирования.

В ходе комплексного исследования по общепринятым методикам SWIFT-анализа и PEST-анализа информационной базой послужили полученные результаты, основанные на применении методов ранжирования и априорных оценок экспертами значимости различных факторов и интуитивных доводах об альтернативных вариантах мер, путей решения поставленной проблемы.

В соответствии с общепринятой методикой PEST-анализ осуществлялся в рамках пяти последовательных взаимосвязанных этапов. Для автоматизации математических расчетов применялся специальный расчетно-аналитический шаблон «PEST» на базе платформы *Excel-2007*.

PEST-этап 1: определение внешних факторов для PEST-анализа. Согласно принятому уровню проводимого анализа (LONG) составлялся перечень факторов, которые могут повлиять на формирование и перспективное развитие системы, классифицированный по группам (табл. 1).

По результатам проведенного анализа обращается внимание, что целевая направленность, научно-техническая проработка принятых территориальных схем и региональных программ в области обращения с отходами, не рассматривающих эффективные направления применения ресурсной составляющей значительных по объему образования ТКО и строительных отходов, перспективы развития технологической инфраструктуры использования ВР, так и не обеспечили формирование ресурсосберегающего механизма функционирования этой важнейшей сферы, привели в регионах к росту тарифов для населения и предприятий на вывоз мусора, продолжению экологически опасной практики преимущественного захоронения подобных отходов.

PEST-этап 2: определение степени влияния факторов. После выбора всех доминантных факторов влияния осуществлена оценка силы влияния каждого из них.

Таблица 1. Исходная форма анализа: группировка факторов воздействия на систему

Table 1. The initial form of the analysis: grouping of factors that influence the system

| Факторы воздействия на систему | |
|---|--|
| <i>(P) POLITICAL – политические факторы внешней среды</i> | |
| Политическая стабильность в стране, регионе, муниципальном образовании | Внешнеполитическая ситуация, определяющая уровень международного сотрудничества |
| Обеспечение равноправного участия в экологической деятельности всех сторон общества, доступности информации | Социально-политическая напряженность. Наличие экологических факторов политической напряженности и нестабильности |
| Политическая поддержка деятельности общественных экологических организаций | Политическая воля в решении задач природоохранной направленности |
| Уровень бюрократии, коррупции, преступности в регулятивно-управленческой, экономической, контрольно-надзорной сферах | Тенденции к монополизации рынков, рейдерским захватам предприятий, политическому протекционизму |
| <i>(E) ECONOMIC – экономические факторы внешней среды</i> | |
| Состояние и перспективы экономического развития региона, муниципального образования, городского хозяйства | Основные финансово-экономические показатели субъекта РФ (ВНП и ВВП, объем экспорта, поступления в бюджеты и др.) |
| Финансово-экономическое состояние хозяйствующих субъектов: действующих, потенциальных переработчиков и потребителей ресурсной составляющей отходов | Степень конкурентоспособности российских компаний, занятых в сфере извлечения, сбора, обработки, использования ВР на внутреннем и внешнем рынках |
| Возможности экономического стимулирования развития бизнеса в сфере вовлечения ВР в хозяйственный оборот | Зависимость товарного рынка ВР и развития инфраструктуры от мировых и национальных финансово-экономических процессов |
| Инвестиционная активность | Платежно-налоговая нагрузка на субъекты |
| Зависимость внутреннего рынка ВР от импортных технологий, оборудования, потенциал импортозамещения в этой сфере | Возможность повышения востребованности, качества продукции, работ, энергии с применением вторсырья на внешнем и внутреннем рынках |
| Уровень конкурентоспособности в сфере обращения с отходами и ВР | Состояние и перспективы развития межотраслевого и межсубъектного взаимодействия |
| Наличие товарно-сырьевых рынков, основанных на принципах свободной торговли, равноправия, демонаполизации, конкурентоспособности товаров и сырья | Уровень и колебания цен на природные и вторичные ресурсы; возможности продвижения продукции с применением вторичного сырья на внешние и внутренние товарные рынки |
| Уровень доходов населения | Инвестиционный и деловой климат |
| <i>(S) SOCIAL – социальные факторы внешней среды</i> | |
| Доля трудоспособного населения, уровень и темпы его миграции | Демографическая ситуация (прирост населения, уровень смертности и пр.) |
| Уровень безработицы | Уровень образования и профподготовки |
| Состояние и перспективы развития строительства, ЖКХ, объектов социальной сферы | Условия для подготовки, повышения уровня квалификации, переподготовки кадров |
| Социально-производственные условия жизнедеятельности | Уровень и структура заболеваемости, санитарно-эпидемиологическая ситуация |
| Факторы влияния социально-культурной среды на рынок (требования к безопасности, качеству товаров, продуктов, отношение к отечественной и импортной продукции и пр.) | Уровень и структура потребления продукции, работ, услуг, энергии, ресурсов. Культура потребления (бережливость, расточительность, обращение с остатками, упаковкой, тарой и пр.) |
| <i>(T) TECHNOLOGICAL – технологические факторы внешней среды</i> | |
| Наличие предприятий по выпуску высокотехнологичного оборудования, техники | Уровень и возможности внедрения НДТ в отходоперерабатывающей сфере |
| Наличие научных центров, наукоградов, научно-производственных кластеров | Уровень индустриального развития муниципального образования, региона |
| Обеспеченность современным высокотехнологичным оборудованием, возможность развития индустриальной базы по их выпуску | Уровень, условия обеспечения импортозамещения видов техники, оборудования, машин для организации системы обращения с ВР |

Продолжение таблицы 1

| Факторы воздействия на систему | |
|--|--|
| <i>(E) ENVIRONMENTAL / ECOLOGICAL – эколого-природно-ресурсные факторы</i> | |
| Климатические, географические, геологические, гидрологические | Преобладающие формы деятельности в области обращения с отходами |
| Уровень фонового загрязнения компонентов окружающей среды | Наличие, мощность, сроки эксплуатации объектов размещения отходов |
| Обеспеченность водными ресурсами технологического водоснабжения | Резервы земельных ресурсов для размещения инфраструктуры обращения с ВР |
| Количественная и качественная оценка запасов и изъятия природных ресурсов. Потенциальная возможность их замены ВР | Частота, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера |
| Градостроительные и территориальные условия для размещения инфраструктуры | Санитарно-гигиенические условия для размещения инфраструктуры обращения с ВР |
| Наличие потенциальных или существующих зон ЧЭС, экологического бедствия | Экологические условия для размещения инфраструктуры обращения с ВР |
| <i>(L) LEGAL – правовые факторы внешней среды</i> | |
| Наличие регионального законодательства в сфере обращения с отходами | Наличие принятой территориальной схемы обращения с отходами, в т.ч. с ТКО |
| Наличие регионального законодательства в сфере повторного использования ВР | Наличие нормативно-правовой поддержки бизнеса в сфере экологии и ресурсосбережения |
| Закрепленные в правовых актах обоснованные нормативы сбора и накопления ТКО и КГМ для населения и предприятий | Наличие правовой базы экономического стимулирования деятельности по ресурсосбережению, вовлечению ВР в хозяйственный оборот |
| Возможности соблюдения ограничительных правовых норм, нормативов стандартов при размещении инфраструктуры обращения с ВР | Стандартизация и регламентация процессов ресурсосбережения, применения ВР в процессе деятельности хозяйствующих субъектов |
| <i>(I) INDUSTRY ANALYSIS – внешние факторы уровня индустриализации и анализа рынка</i> | |
| Спрос и предложение на вторичное сырье, продукцию, работы с их использованием | Спрос и предложение на энергоресурсы, включая их альтернативные виды |
| Уровень и перспективы развития предприятий различных отраслей экономики – источников и потребителей ВР | Наличие и мощности действующих отходоперерабатывающих предприятий, перспективы их развития |
| Состояние и перспективы развития дорожно-транспортной инфраструктуры, систем логистики, маркетинга, складского хозяйства | Возможности расширения, технического перевооружения действующих предприятий для организации вовлечения ВР в экономический цикл |
| Уровень развития информационных коммуникаций: связи, интернета и пр. | Обеспечение доступа к информации об инновациях, НДТ, технологической среде |

Сила влияния фактора оценивалась по шкале от 0 до 2: 0 – отсутствие влияния; 1 – незначительное влияние; 2 – значительное влияние фактора, любые колебания вызывают значимые изменения в системе. Результаты оценки степени влияния факторов заносились в соответствующую форму.

PEST-этап 3: оценка вероятности изменения фактора внешней среды. Вероятность колебаний оценивалась по шкале от «1», означающей минимальную вероятность изменения фактора, до «5», обозначающей максимальную вероятность. Анализ осуществлялся по результатам проведения экспертных оценок в рамках системных исследований работы, информации из литературных источников. После выставления всех оценок в таблице определялось

среднее арифметическое по ним.

PEST-этап 4: оценка реальной значимости факторов, рассчитываемая как вероятность изменения фактора, взвешенная на силу его влияния на объект изучения, позволившая оценить, насколько при формировании стратегии обращения с ВР следует учитывать факторы изменения внешней среды. Задача этапа состояла в получении взвешенной оценки соотношения значимости фактора и объема средств, мер по снижению его негативного влияния на изучаемую систему.

PEST-этап 5: составление результирующей формы (таблицы) PEST-анализа. Завершающим шагом анализа послужило приведение всех количественных оценок в качественные итоговые в матричном виде, что представлено в табл. 2, в которой размещены все факторы в порядке убывания своей значимости.

Для завершения анализа делались окончательные выводы по воздействию каждого фактора на систему, отрасль, регион, государство, дающие возможность планировать стратегии снижения негативного влияния рассматриваемого фактора и максимального использования положительного влияния фактора на формирование и устойчивое развитие системы, развивая тем самым сильные стороны системы с учетом представляющихся возможностей, ослабляя слабые стороны и минимизируя всевозможные угрозы и риски.

На основе проведенного системного анализа сложившихся факторов, условий, прогнозируемых тенденций выявлен и систематизирован перечень характерных особенностей формирования системы обращения с ВР в России в ближайшей и среднесрочной перспективе:

- территориальная привязка к промышленным и иным объектам – источникам образования ВР;

- стремление к обеспечению высокой рентабельности продукции в краткосрочном периоде;

- ориентация на развитие научно-промышленных симбиозов по инновационным направлениям НТР; развитие новых структурных форм финансово-организационного взаимодействия: государственно-частное партнерство, *Hi-Tech Park*, эко-индустриальный парк и др.;

- взаимовыгодное экономическое партнерство хозяйствующих субъектов различных отраслей экономики на основе материально-сырьевых, товарных, энергетических потоков;

- межотраслевое и межсубъектное взаимодействие хозяйствующих субъектов смежных отраслей и секторов экономики, развитие горизонтальных экономических связей по предмету правового и экономического регулирования «отходы – вторичное сырье – продукция (работы, услуги)»;

- внедрение ресурсосберегающих, малоотходных технологий, снижающих административную, экономическую нагрузку на хозяйствующие субъекты в сфере охраны окружающей среды.

Полученные в процессе логико-аналитической оценки ключевых тенденций и факторов данные второй и третьей строк результирующей формы LONGPEST-анализа предоставили возможность идентифицировать, структурировать по соответствующим группам возможные риски создания и внедрения организационно-

технической системы обращения с ВР и ее обеспечивающей технологической инфраструктуры, а последней строки – стратегические направления и концептуальные основы формирования механизма системы обращения с ВР.

При реализации методологии исследования на данном этапе системный анализ эффективно дополнялся SWIFT-анализом, отнесенным к качественным методам оценки наступления прогнозных событий и основанным на изучении всех факторов воздействия формируемой системы: экологических, географических, климатологических, экономических, производственно-технических и иных, соответствия внешним и внутренним условиям, ограничениям, требованиям, недоучет которых несет различные по степени опасности угрозы и риски для заказчиков, инвесторов проектов.

Методика SWIFT-анализа послужила системным инструментом в части всесторонней оценки: как, каким образом и в каком отношении на организационно-техническую систему повлияют отклонения от нормального функционирования с учетом всевозможных факторов, условий, ограничений. Исследование с применением методики SWIFT-анализа ориентировалось на предмет исследования – производственно-хозяйственную деятельность по обращению с отходами и ВР в рамках функционального взаимодействия организационно-технической системы обращения с ВР, обеспечивающей технологической инфраструктуры с объектами строительства и городского хозяйства, образующими ТКО и строительные отходы. Использование методического инструмента позволило изучать и оценивать сложные, взаимосвязанные причины, реакцию системы на внешние отклонения при достижении конечного результата, а не только последствия отказа отдельных системных процессов и компонентов в ходе функционирования объекта исследования, а также последствий возникших или внесенных каких-либо изменений, сценариев развития, угроз, рисков в результате осуществления организационно-технической и управленческой деятельности.

В рамках методики исследования каждая угроза и потенциальная возможность воздействия на нее оценивались по следующим параметрам: насколько высока вероятность ее наступления; каким образом и в каком масштабе это может повлиять на систему; какие возможности обеспечат предотвращение, снижение, преодоление, минимизацию, ликвидацию угрозы. Данный вид анализа обеспечил

проведение идентификации, классификации рисков и опасностей таким образом, чтобы результаты можно было применять для количественного исследования, составлять планы их предотвращения, сни-

жения негативного воздействия на всех стадиях инвестиционного процесса, а также при планировании деятельности в сфере строительства, реконструкции, эксплуатации, ликвидации (сноса) объектов недвижимости.

Таблица 2. Результирующая форма LONGPEST-анализа (выдержка)
Table 2. Resultant form of the LONGPEST-analysis (endurance)

| | |
|--|---|
| Группы факторов (технологические) | <ul style="list-style-type: none"> – наличие предприятий по выпуску высокотехнологичного оборудования, техники; – наличие научных центров, наукоградов, научно-производственных кластеров; – обеспеченность современным высокотехнологичным оборудованием, техникой, машинами, возможность развития индустриальной базы по их выпуску; – уровень и возможности внедрения НДТ в отходоперерабатывающей сфере; – уровень индустриального развития муниципального образования, региона; – уровень и условия обеспечения импортозамещения видов техники, оборудования, машин |
| Изменения в городском хозяйстве муниципального образования | <ul style="list-style-type: none"> – инфраструктура оптимально «вписывается» в существующую инфраструктуру городского хозяйства и обеспечивает бесперебойную устойчивую циклическую производственно-хозяйственную систему работы коммунального комплекса в сфере обращения с отходами, ВР; – система норм, тарифов, налогов, сборов обеспечивает поступление необходимых финансовых средств в местный бюджет для развития системы ЖКХ, благоустройства; – развитие парка спецавтохозяйства, специального оборудования, техники и дорожно-транспортной инфраструктуры; – решение проблем обращения с основными группами отходов городского хозяйства: ТКО, КГМ, электронного и электротехнического оборудования, строительства, ремонта, сноса (демонтажа) объектов; – развитие благоустройства городской инфраструктуры, природно-антропогенных объектов с использованием продукции и работ с применением местного вторичного сырья из ВР; – обеспечение чистоты и порядка; – снижение платежей за размещение отходов и штрафных санкций |
| Изменения в строительном комплексе | <ul style="list-style-type: none"> – применение сравнительно дешевых материалов, сырья из ВР; – внедрение новых материалов с улучшенными технико-эксплуатационными свойствами; – повышение уровня механовооруженности, технической оснащенности; – сокращение потерь сырья, материалов; – рационализация и оптимизация схем, методов производства работ; – снижение платежей за размещение отходов и штрафных санкций |
| Необходимые действия | <ul style="list-style-type: none"> – государственная, отраслевая и муниципальная поддержка и экономическое стимулирование выпуска продукции, проведения работ с применением ВР, деятельности по вовлечению ВР в хозяйственный оборот, производству инновационного оборудования, техники; – нормативно-правовая и кадровая поддержка |

Выходные данные комбинации научно-исследовательских методов SWIFT- и PEST-анализа послужили информационно-аналитической базой для определения и квалификации возможных потенциальных угроз формированию и перспективному развитию технологической инфраструктуры в виде реестра с ранжированными по рискам действиями или задачами, служащими основой для плана обработки и преодоления рисков, определяемыми в рамках последующих этапов проведения систем-

ного анализа.

В ходе идентификации, классификации, изучения и выбора всевозможных потенциальных или реальных рисков из всего перечня угроз выбирались доминантные, непосредственным или опосредованным образом влияющие на устойчивое развитие комплексов строительства и городского хозяйства муниципальных образований, сохранение природной среды и природоресурсного потенциала, здоровья граждан, обеспечение экологической безопасности.

Оценка рисков производилась в следующей последовательности:

- а) идентификация рисков по источникам возникновения и характеру влияния на решение проблемы данным способом;
- б) качественная и количественная оценка;
- в) выбор принципиальных способов реагирования на возникновение рисков и методов их минимизации.

По характеру возникновения и влияния в процессе формирования организационно-технической системы обращения с ВР риски классифицированы на восемь групп: политические, технологические, макроэкономические, микроэкономические, экологические, организационные, социальные, правовые.

Реализация методологии исследования завершена определением прогнозных сценариев регионального и отраслевого развития при внедрении системы или без такового, на базе оценки рисков, возникающих при отсутствии возможных корректирующих мероприятий и воздействий.

По результатам исследований сформированы сценарные условия развития сис-

темы по двум группам сценариев, регламентированным в Прогнозе НТР России: «Технологическая адаптация», содержащая два подсценария – «Пессимистичный» и «Консервативный», а также «Технологический рывок», включающий подсценарии «Реалистичный» и «Инновационный».

Принимая во внимание выделенные противоречия в системе стратегического планирования, управления, регулирования сферы обращения с отходами, приводящие к экологическим рискам и угрозам экологической безопасности территорий, концептуальное отличие авторского научного подхода от применяемых в настоящее время состоит в разработке стратегических основ и механизма формирования обращения с ресурсной составляющей ТКО и строительных отходов в качестве безопасного для природы и человека товарно-сырьевого продукта.

Полученные в процессе логико-аналитической оценки ключевых тенденций и факторов данные результирующей формы LONGPEST-анализа предоставили возможность сформировать стратегические направления и концептуальные основы механизма изучаемой системы (рис. 2).



Рис. 2. Основные составляющие механизма комплексного использования вторичных ресурсов
 Fig. 2. The basic components of the mechanism of complex use of secondary resources

В работе акцентировано внимание на том, что ни в одном из регионов либо отрасли экономики, включая строительный комплекс, концепции использования ВР не разрабатывались. Основной ресурсосбере-

гающей идеей концепции служит создание организационно-технических, правовых, экономических условий для повышения эффективности использования ресурсов техногенного происхождения в рамках формирования эко-

номики замкнутого цикла. В результате ее функционирования остатки продукции и сырья в форме ВР, образовавшихся в процессе ремонтно-строительного производства, оказания услуг или потребления в системе ЖКХ, не выводятся из оборота в виде отходов, попадающих в природную среду, а идентифицируются в качестве сырьевого ресурса для производства различных видов продукции, работ, энергии.

В процессе формирования механизма концепции принималось во внимание, что все решения, принимаемые на различных уровнях прогнозирования, планирования, организации, управления обращением с ВР, должны в максимально возможной степени соответствовать наиболее полному удовлетворению потребностей всех сторон общества (государства, бизнеса, товаропроизводителей, населения).

Уровень развития инфраструктуры обращения с ВР как элемента производительных сил рассматривается в качестве аргумента, функцией которого является степень удовлетворения непроизводственных потребностей общества или потребления.

Правовой базой концепции является выделение ВР в качестве отдельной юридической и технической категории результатов производственно-хозяйственной деятельности или процессов потребления, а также институциональное и техническое регулирование обращения с ними с учетом особенностей обращения таких ресурсов.

Предметом правового регулирования служат отношения, возникающие в связи с обращением с ВР для производства продукции, работ, энергии, оказания услуг либо для применения для собственных нужд или реализации иным лицам.

В основе документа методически закреплены концептуальные положения, определяющие комплекс организационно-технического, управленческого, экономического, правового обеспечения эффективной и оптимальной реализации принципов обращения с ВР, приоритетные направления действий по решению поставленных общегосударственных и отраслевых задач, система целевых показателей, индикаторы и сценарные условия развития строительного и коммунального комплекса городского хозяйства во взаимозависимости с обеспечением показателей, требований, уровней экологически безопасного обращения с отходами и ВР. Методология разработки концепции по основным направлениям реали-

зации механизма обращения с ВР состоит из 11 этапов.

Алгоритм формирования этапов создания и реализации стратегического плана управления обращением с ВР приведен в виде блок-схемы на рис. 3.

Проведенное системное исследование представляет возможность утверждать, что основными генераторами механизма обращения с ВР выступают: правовое, техническое и экономическое регулирование, научно-технологическое развитие, стандартизация, регламентация понятийного аппарата, этапов обращения, экологические и иные ограничения опасной хозяйственной деятельности, межотраслевое, межведомственное, межсубъектное взаимодействие.

Результаты системного анализа послужили информационно-аналитической базой формирования проекта концепции обращения с ВР и положены в основу научно-методической составляющей прогнозных сценариев Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г.

Заключение

Интеграция разработанных концептуальных организационно-технических решений дает основания для активизации и поэтапной реализации мер по повышению уровня повторного применения ценного ресурсного потенциала ТКО и строительных отходов, обеспечивая, посредством внедрения НДТ и инновационных организационно-технологических решений, повышение степени использования ВР – до установленного в Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года уровня – в пределах 80–86%. Эффективность предложенной системы подтверждается укрупненными экспертными оценками адаптации системы обращения с ВР по отраслям отечественной экономики: при общих затратах на создание отходоперерабатывающей технологической инфраструктуры в объеме 5 трлн руб. на период до 2030 г. обеспечивается совокупный годовой экономический эффект порядка 3 трлн руб. за счет вовлечения ВР в хозяйственный оборот, снижения экономического ущерба от наносимого экологического вреда природным ресурсам, предотвращения занятия и высвобождения земель от размещаемых полигонов и свалок отходов.

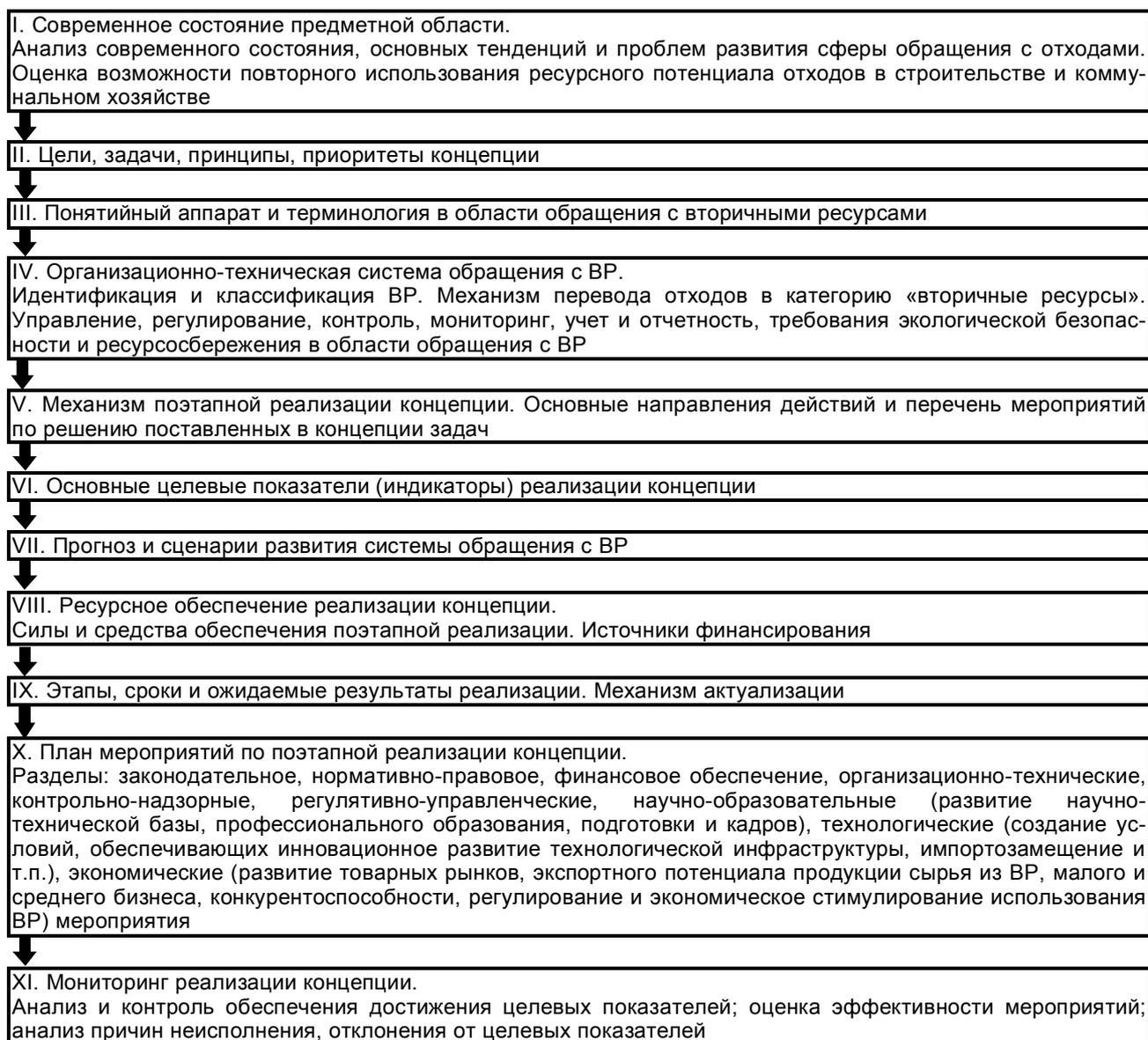


Рис. 3. Алгоритм формирования и структура концепции обращения с ВР

Fig. 3. Algorithm of formation and structure of the Concept of the reference with secondary resources

Таким образом, предлагаемая концепция системы обращения с ВР может быть успешно реализована в рамках плана ме-

роприятий по реализации федеральной Стратегии переработки отходов на перспективу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Величко Е.Г., Цховребов Э.С., Меднов А.Е. Оценка эколого-экономического ущерба, наносимого при проведении строительно-монтажных работ // Жилищное строительство. 2014. № 8. С. 48–52.
 2. Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Стряпчих Е.С. Обеспечение экономической безопасности государства на основе управления ресурсосбережением // ФЭС: Финансы.

Экономика. Статистика. 2018. Т. 15. № 5. С. 16–23.
 3. Цховребов Э.С. Правовые аспекты обеспечения экологической безопасности // ЭКОС. 2008. № 3. С. 13–19.
 4. Волынкина Е.П. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Экология и рациональное природопользование // Вестник Сибирского государственного университета. 2017. № 2 (20). С. 45–58.

5. Носко П.А. Тенденции развития экономики замкнутого цикла в Европейском союзе // Отходы и ресурсы. 2019. № 1. С. 1–10. <https://doi.org/10.15862/04ECOR119>
6. Chernykhivska A. Modern perspectives of development of «green» economy // *Economic Processes Management*. 2015. № 1. P. 108–115.
7. Goldstein B., Rasmussen F.N. LCA of Buildings and the Built Environment // *Life Cycle Assessment*. 2018. Chapter 28. P. 695–722. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3_28
8. Zaman A.U. A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines // *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 91. P. 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.013>
9. Sornil W. Solid waste management planning using multi-objective genetic algorithm // *Journal of Solid Waste Technology & Management*. 2014. Vol. 40. P. 33. <https://doi.org/10.5276/jswtm.2014.33>
10. Ehresman T., Okereke C. Environmental justice and conceptions of the green economy. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*. 2014. Vol. 15. № 1. P. 13–27. <https://doi.org/10.1007/s10784-014-9265-2>
11. Elgizawy S.M., El-Haggar S.M., Nassar K. Slum Development Using Zero Waste Concepts: Construction Waste Case Study // *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 145. P. 1306–1313. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.168>
12. Hart J., Adams K., Giesekam J., Tingley D., Pomponi F. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. *Procedia CIRP*. 2019. No. 80. pp. 619–624. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>
13. Теличенко В.И. От экологического и «зеленого» строительства – к экологической безопасности строительства // *Промышленное и гражданское строительство*. 2011. № 2. С. 47–51.
14. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Оценка экологической безопасности строительства на основе модели полного ресурсного цикла // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2016. № 4 (44). С. 169–176.
15. Бабанин И.В. Оценка эффективности раздельного сбора отходов // *Твердые бытовые отходы*. 2006. № 10. С. 40–43.
16. Калюжный Б.О. Экономика замкнутого цикла – новая парадигма // *Твердые бытовые отходы*. 2018. № 4 (142). С. 8–9.
17. Скобелев Д.О. Возвращение вторичных ресурсов в хозяйственный оборот: экономика, технология, право // *Компетентность*. 2020. № 4. С. 8–15.
18. Барышевский Е.В., Величко Е.Г., Цховребов Э.С., Ниязгулов У.Д. Вопросы эколого-экономической оценки инвестиционных проектов по переработке отходов в строительную продукцию // *Вестник МГСУ*. 2017. Т. 12. Вып. 3 (102). С. 260–272. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.3.260-272>
19. Лунев Г.Г., Прохоцкий Ю.М. Проблемы комплексного рециклинга вторичных строительных ресурсов // *Компетентность*. 2018. № 8. С. 23–33.
20. Цховребов Э.С. Формирование региональных стратегий управления обращением с вторичными ресурсами // *Вестник МГСУ*. 2019. Т. 14. № 4 (127). С. 450–463.

REFERENCES

1. Velichko EG, Tskhovrebov ES, Mednov AE. Assessment of Ecological-Economic Damage in the Course of Construction and Erection Works. *Zhilichnoe stroitel'stvo*. 2014;8:48–52. (In Russ.)
2. Bogomolova IP, Krivenko EI, Stryapchih ES. Ensure economic security state based control resource saving. *FES: Finansy. Ekonomika. Statistika = FES: Finance. Economy. Strategy*. 2018;15(5):16–23. (In Russ.)
3. Tshovrebov ES. Legal aspects of maintenance of ecological safety. *EKOS = ECOS*. 2008;3:13–19. (In Russ.)
4. Volynkina EP. Analysis of the state and problems of processing technogenic waste in Russia. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta*. 2017;2:43–49. (In Russ.)
5. Nosko PA. Trends in the circular economy development in the European Union. *Russian journal of resources, conservation and recycling*. 2019;1(6). <https://doi.org/10.15862/04ECOR119> (In Russ.)
6. Chernykhivska A. Modern perspectives of development of «green» economy. *Economic Processes Management*. 2015;1:108–115.
7. Goldstein B, Rasmussen FN. LCA of Buildings and the Built Environment. *Life Cycle Assessment*. 2018. Chapter 28. P. 695–722. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3_28

8. Zaman A.U. A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. *Journal of Cleaner Production*. 2015;91:12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.013>
9. Sornil W. Solid waste management planning using multi-objective genetic algorithm. *Journal of Solid Waste Technology & Management*. 2014;40:33. <https://doi.org/10.5276/jswtm.2014.33>
10. Ehresman T, Okereke C. Environmental justice and conceptions of the green economy. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*. 2014;15(1):13–27. <https://doi.org/10.1007/s10784-014-9265-2>
11. Elgizawy SM, El-Haggag SM, Nassar K. Slum Development Using Zero Waste Concepts: Construction Waste Case Study. *Procedia Engineering*. 2016;145:1306–1313. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.168>
12. Hart J, Adams K, Gieseckam J, Tingley D, Pomponi F. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. *Procedia CIRP*. 2019;80:619–624. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>
13. Telichenko VI. From environmental and green construction to environmental construction safety. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo = Industrial and civil building*. 2011;2:47–51. (In Russ.)
14. Il'ichev VA, Kolchunov VI, Bakaeva NV, Kobeleva SA. Assessment of the environmental safety of construction based on the full resource cycle model. *Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura = Scientific bulletin of the Voronezh state architecturally-building university. Building and architecture*. 2016;4(44):169–176. (In Russ.)
15. Babanin IV. Estimation of efficiency of separate gathering of a waste. *Tverdye bytovye otkhody*. 2006;10:40–43. (In Russ.)
16. Kalyuzhny BO. Economy of the closed cycle – a new dilemma. *Tverdye bytovye otkhody*. 2018;4:8–9. (In Russ.)
17. Skobelev DO. Returning of secondary resources in economic circulation: economy, technology, the right. *Kompetentnost'*. 2020;4:8–15. (In Russ.)
18. Barishevskij EV, Velichko EG, Tshovrebov ES, Niyazgulov UD. Problems of environmental and economical assessment of investment projects on processing wastes into construction products. *Vestnik MGSU*. 2017;12(3):260–272 (In Russ.) <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.3.260-272>
19. Lunev GG, Prokhotskiy YuM. Problems of complex recycling of secondary construction resources. *Kompetentnost'*. 2018;1:28 (In Russ.)
20. Tskhovrebov ES. Formation of regional management strategies of secondary resource handling. *Vestnik MGSU*. 2019;14(4):450–463. (In Russ.) <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2019.4.450-463>

Сведения об авторах

Цховребов Эдуард Станиславович,
кандидат экономических наук, доцент,
Академия безопасности и специальных программ,
123215, г. Москва, ул. Профсоюзная, 100а,
Россия,
e-mail: rebrovstanislav@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9481-3832>

Ниязгулов Урал Давлетшиевич,
кандидат технических наук, профессор,
Российский университет транспорта (МИИТ), 127994, г. Москва, ул. Образцова, 9, Россия
✉ e-mail: transgeo@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0749-1853>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Information about the authors

Eduard S. Tshovrebov,
Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor;
Academy of Safety and Special Programs,
100a, Profsoynzaya St., Moscow 123215,
Russia,
e-mail: rebrovstanislav@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9481-3832>

Ural D. Niyazgulov,
Cand. Sci. (Eng.), professor,
Russian University of Transport (MIIT),
9, Obrastsova St., Moscow 127994, Russia,
✉ e-mail: transgeo@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0749-1853>

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 12.01.2021.
Одобрена после рецензирования 10.02.2021.
Принята к публикации 11.02.2021.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interests.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 12.01.2021.
Approved after reviewing 10.02.2021.
Accepted for publication 11.02.2021.



Оценка и повышение эксплуатационной надежности системы подачи и распределения воды в микрорайоне Иркутск-II г. Иркутска

© В.Р. Чупин¹, А.С. Душин²

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

²ООО «Сетевая компания «ИРКУТ», г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель – на примере функционирования системы водоснабжения микрорайона Иркутск-II и смены ее режимов апробировать разработанную методику по оценке и повышению эксплуатационной надежности системы подачи и распределения воды и программу для ЭВМ по оценке надежности обеспечения потребителей водой. В работе отражены положения методики: составление вероятностных отборов воды потребителями и математической модели вероятностного потокораспределения, формирование узловых показателей надежности обеспечения потребителей, а также описание выполнения методики. По результатам обработки статистических данных по отборам воды и авариям на участках водопроводных сетей микрорайона Иркутск-II за предыдущие годы с использованием электронных моделей разработанной программы для ЭВМ проведено моделирование функционирования системы подачи и распределения воды микрорайона в различных режимах эксплуатации. Проведена оценка надежности обеспечения потребителей водой, сформированы узловые показатели качества обеспечения потребителей расчетного и пониженного уровня для каждого потребителя (узла) расчетной схемы, выявлены участки сети, наиболее негативно влияющие на качество обеспечения потребителей, предложены мероприятия по оптимизации работы системы, оценено их влияние. Преимуществом вероятностного моделирования, отвечающего адекватностью реальным процессам функционирования системы, является возможность разработки более точных правил управления системой подачи и распределения воды. В работе показана эффективность разработанной методики и программы для ЭВМ, которые, в свою очередь, позволяют оценивать работоспособность, надежность, режимную управляемость системы. Разработанная методика расчета и программа для ЭВМ – современный и эффективный инструмент для решения многих эксплуатационных и проектных задач содержания и развития систем водоснабжения.

Ключевые слова: система подачи и распределения воды, нефиксированный отбор воды, вероятностный характер отбора воды и возникновения аварийных ситуаций, вероятность безотказного снабжения потребителей водой, коэффициент готовности обеспечения потребителей водой, оптимизация работы системы подачи и распределения воды

Для цитирования: Чупин В.Р., Душин А.С. Оценка и повышение эксплуатационной надежности системы подачи и распределения воды в микрорайоне Иркутск-II г. Иркутска. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 112–125. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-112-125>

Assessment and improvement of the operational reliability of the water supply and distribution system in the Irkutsk-II microdistrict of the Irkutsk city

Victor R. Chupin, Aleksei S. Dushin

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia,

ООО "Network company «IRKUT», Irkutsk, Russia

Abstract: The aim was to test the developed methodology for assessing and improving the operational reliability of the water supply and distribution system and computer software for assessing the reliability of water supply to end users using an example of the water supply system in the Irkutsk-II microdistrict. The research methodology consists in compilation of probabilistic water withdrawal by end users, compilation of a mathematical model of probabilistic flow distribution, formation of key indicators of reliability of end users provision, description of the implementation of the methodology. Based on the results of

processing statistical data on water withdrawals and accidents at the sections of water supply networks of the Irkutsk-II microdistrict for previous years, using electronic models of the developed computer software, the functioning of the water supply and distribution system of the microdistrict was simulated in various operating modes. The assessment of the reliability of supplying end users with water was carried out, key indicators of the quality of providing them with a calculated and reduced level for each end user (node) of the calculation scheme were formed, sections of the network that most negatively affect the quality of feeding end users were identified, measures were proposed to optimize the operation of the system, and their impact was evaluated. The advantage of probabilistic modeling, which corresponds to the adequacy of the real processes of the system's functioning, is the possibility of developing more precise rules for controlling the water supply and distribution system. The paper shows the effectiveness of the developed methodology and software, which, in turn, allow evaluating the performance, reliability, and controllability of the system. The developed calculation method and software is a modern and effective tool for solving many operational and design tasks for the maintenance and development of water supply systems.

Keyword: water supply and distribution system, non-fixed water withdrawal, probabilistic nature of water withdrawal and occurrence of emergencies, probability of trouble-free water supply to consumers, coefficient of availability of water supply to consumers, optimization of water supply and distribution system

For citation: Chupin VR, Dushin AS. Assessment and improvement of the operational reliability of the water supply and distribution system in the Irkutsk-II microdistrict of the Irkutsk city. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):112–125. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-112-125>

Введение

Функционирование системы водоснабжения осуществляется в условиях постоянного изменения множества факторов целенаправленного и случайного характера, влияющих на режимы ее работы. Создание наиболее эффективной и при этом надежной системы может быть осуществлено только на основе использования инновационных технологий, знания технического состояния системы, анализа характера взаимодействия между ее основными элементами, достоверных прогнозов суточных и часовых отборов воды потребителями, их динамики изменения во времени.

Методы

На основе моделирования совместных процессов потребления воды, возникновения и ликвидации аварийных ситуаций¹ [1–18] на кафедре городского строительства и хозяйства Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ) разработана методика оценки эксплуатационной надежности системы подачи и распределения воды (СПРВ), позволяющая исследовать режимы ее функцио-

нирования, оценивать их работоспособность и режимную управляемость, а также качество обеспечения потребителей водой.

Основные положения методика

Составление модели вероятностных отборов воды потребителями

Каждый узел представлен большой группой потребителей, имеющих непрерывное распределение отборов воды. Вероятностная характеристика потребителя воды представлена на рис. 1.

Отбор воды каждого потребителя (узла) по часу t рассматривается согласно нормальному закону распределения в пределах трехкратного среднеквадратичного отклонения (3-сигма) от математического ожидания:

$\bar{Q}_t^{[\min]} - 3 \cdot \sigma_{\bar{Q},t}^{[\min]}$ – нижний предел;

$\bar{Q}_t^{[\max]} + 3 \cdot \sigma_{\bar{Q},t}^{[\max]}$ – верхний предел.

Функция распределения вероятности водопотребления по часу t разбивается на ряд интервалов, при этом шаг интервала будет равен $\sigma_{j,t}/3$, число интервалов $k - 18$, а сечений $\alpha_s - 19$.

¹Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды. М.: Стройиздат, 1987. 320 с.;

Ступина Л.А., Чупин В.Р. Проблема нормирования надежности водоснабжения потребителей в задачах проектирования систем транспорта воды // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Киев: УМК ВО, 1989. С. 171–174;

Шопенский Л.А. Аналитическое описание режимов водопотребления и построения расчетных графиков: сб. науч. тр. Вып. I. М.: ОНТИ ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1975.

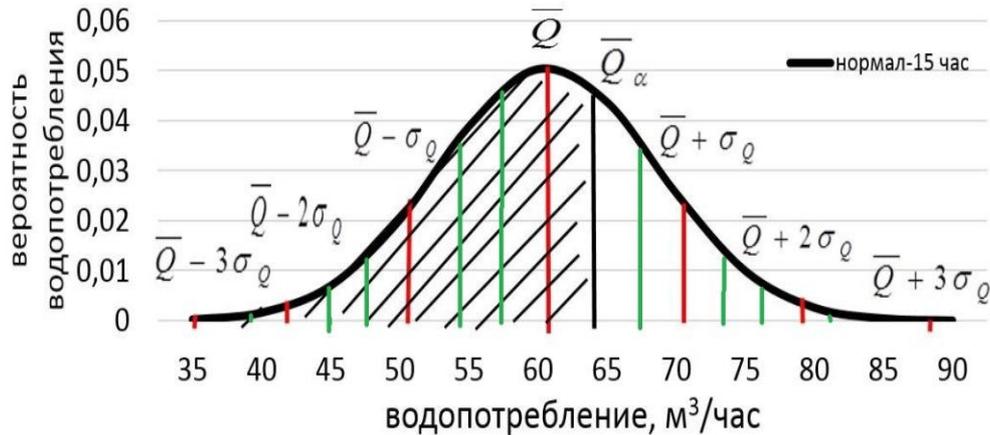


Рис. 1. Плотность распределения вероятности потребления воды по часу (t)
 Fig. 1. Density of distribution probability of water consumption by hour (t)

На рис. 1 сечения выделены красным и зеленым цветом. Отбор воды в каждом сечении α_s составит

$$Q_{j,\alpha_s,t} = \bar{Q}_{j,t} - 3 \cdot \sigma_{j,t} + \alpha_s \cdot \sigma_{j,t} / 3.$$

Для математического описания плотности распределения вероятности потребления воды использован нормальный закон распределения.

Составление математической модели вероятностного потокораспределения

Потокораспределение по участкам сети производится по каждому часу t по сечениям $\alpha_s [0, \dots, 18]$ согласно 2-м системам уравнений (законы Кирхгофа), из которых 1 система (без изменения структуры сети) – безаварийный режим, 2 система (с изменением структуры сети – ординарный поток отказов $i [1, \dots, n]$) – аварийный режим:

$$\begin{cases} A X_{\alpha_s,t} = Q_{\alpha_s,t} \\ A^T P_{\alpha_s,t} = S X_{\alpha_s,t}^2 - H_t \end{cases} \quad \begin{cases} A_{ав} X_{\alpha_s,t} = Q_{\alpha_s,t} \\ A_{ав}^T P_{\alpha_s,t} = S X_{\alpha_s,t}^2 - H_t \end{cases},$$

где $A - (m - 1) \cdot n$ – матрица соединений узлов и ветвей расчетной схемы сети с элементами a_{ij} ; $A_{ав}$ – усеченные матрицы, получаемые из A путем поочередного исключения элементов n_i , т.е. $A_{ав} - (m-1) \times (n-1)$; $X - n$ – вектор расходов на ветвях расчетной схемы с элементами x_i ; $X_{ав} - (n - 1)$ – вектор расходов на ветвях расчетной схемы с элементами x_i ; $H - n$ – вектор действующих напоров на ветвях; $P - (m - 1)$ – мерный вектор узловых давлений с элементами P_j ; t – вре-

мя (час); $Q - (m - 1)$ – мерный вектор узловых отборов с элементами $Q_j = f(t, \alpha_s, P_j)$:

$$Q_j = \begin{cases} Q_j^*, & \text{если } P_j \geq P_j^*, \\ Q_j(P_j), & \text{если } Z_j < P_j < P_j^*, \\ 0, & \text{если } P_j \leq Z_j, \end{cases}$$

где Q_j^* – требуемый отбор узлом j ; P_j^* – требуемый свободный напор узлом j , м; Z_j – геодезическая отметка поверхности земли, м.

Оценку надежности системы предлагается производить узловыми показателями качества обеспечения потребителей расчетного и пониженного уровня, определяемых для каждого потребителя (узла) расчетной схемы j : K_j – коэффициент готовности к обеспечению расчетного водоснабжения j -го потребителя, P_j – вероятность безотказного водоснабжения j -го потребителя.

Нормирование значений вероятности безотказного водоснабжения j -го потребителя и коэффициента готовности к обеспечению расчетного водоснабжения j -го потребителя согласно СНиП 2.04.02-84²: 1 категория – $t_{сниж} = 3$ сут. со снижением до 30% $t_{пер} = 10$ мин:

$$K_j(\text{норм}) = \frac{8760 - t_{сниж}}{8760} = 0,99178.$$

$$P_j(\text{норм}) = \frac{8760 - t_{пер}}{8760} = 0,99998.$$

Коэффициент готовности к обеспечению расчетного водоснабжения j -го потребителя:

$$K_j = p_0 + \sum_{f \in F_i} p_f$$

$$K_j = \prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \left(1 + \sum_{i=1}^n \gamma_i \right),$$

где p_0 – стационарная вероятность рабочего

²СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Введ.01.01.1985.

состояния сети; p_i – вероятность состояния сети, соответствующая отказу i -го элемента; F_j – множество элементов водопроводной сети, выход которых в аварию не нарушает расчетный уровень водоснабжения j -го потребителя; p_f – вероятность состояния сети,

соответствующая отказу f -го элемента, $\gamma_i = \lambda_i / \mu_i$; λ_i – интенсивность отказов трубопровода, 1/(км·год); μ_i – интенсивность восстановления трубопровода, 1/год.

С учетом нормального закона распределения (функции Лапласа)

$$K_j = \prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{f \in F_i} \left((0,5 \pm \Phi(-3 + \alpha_s/3)) + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot (0,5 \pm \Phi(-3 + \alpha_s/3)) \right) \text{ при } Q_{j,\alpha_s,t}^{\text{нефикс}} = Q_{j,\alpha_s,t}^{\text{треб}}$$

Для вычисления K_j определяется площадь отсекаемой фигуры в пределах $[Q_{j,0,t}, \dots, Q_{j,\alpha_s,t}]$ (см. рис. 1).

Вероятность безотказного водоснабжения j -го потребителя

P_j – вероятность обеспечения j -го потребителя не ниже минимально допустимого значения:

$$P_j = \exp \left(- \left[p_0 \cdot \sum_{d \in D_j} (\lambda_d l_d \tau_{j,d}) \right] \right),$$

где D_j – множество элементов водопроводной сети, выход которых в аварию нарушает пониженный уровень водоснабжения j -го потребителя; $\tau_{j,d}$ – продолжительность обеспечения потребителя j водой ниже минимально допустимого значения

$\tau_{j,d} = T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{i=1}^{24} (1 - \rho_{j,i})$; T – продолжительность исследуемого периода, год; $\rho_{j,i}$ – вероятность часового обеспечения j потребителя, при $\bar{q}_{j,k} \geq \varphi_k^{ab}$, $k \in F_j^k$, где

$\bar{q}_{j,k}$ – относительный (к расчетному расходу) часовой расход воды у j -го потребителя при отказе j -го элемента кольцевой части сети; F_j^k – множество участков кольцевой части водопроводной сети, гидравлически связанных с j -м потребителем; φ_k^{ab} – норма подачи воды потребителям в аварийных ситуациях. В данном случае обеспечение потребителя со снижением не более 30%.

Вероятность безотказного снабжения j -го потребителя водой

$$P_j = \exp \left(- \left[\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \sum_{d \in D_j} \lambda_i \cdot l_i \cdot \left(T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{i=1}^{24} (1 - \rho_{j,i}) \right) \right] \right),$$

с учетом нормального закона распределения (функции Лапласа)

$$P_j = \exp \left(- \left[\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \sum_{d \in D_j} \lambda_i \cdot l_i \cdot \left(T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{i=1}^{24} (1 - (0,5 \pm \Phi(-3 + \alpha_s/3))) \right) \right] \right),$$

При $Q_{j,\alpha_s,t}^{\text{нефикс}} < 0,7 \cdot Q_{j,\alpha_s,t}^{\text{треб}}$, где i – отключаемый участок; n – количество участков; T – исследуемый час; $\gamma_i = \lambda_i / \mu_i$;

$Q_{j,\alpha_s,t}^{\text{треб}}$ – требуемый отбор воды потребителем j по сечению α_s по часу t ;

$Q_{j,\alpha_s,t}^{\text{нефикс}}$ – отбор воды потребителем j по сечению α_s по часу t по результатам гидравлического расчета.

Для вычисления P_j определяется площадь отсекаемой фигуры в пределах $[Q_{j,\alpha_s,t}, \dots, Q_{j,18,t}]$ (рис. 1).

Описание методики

1. Определение значений требуемых

отборов воды потребителями по каждому α_s -сечению $[0, \dots, 18]$ и по каждому часу t $[0, \dots, 24]$.

2. Проведение потокораспределений для безаварийных и аварийных режимов работы СПРВ отборам каждого α_s -сечения каждого часа t .

3. Оценка узловых отборов воды после каждого потокораспределения.

Если потребитель (узел) получает требуемый расход по рассматриваемому α_s -сечению, его обеспечение для этого состояния будет считаться надежным. Производится переход к следующему α_s -сечению (рис. 2).

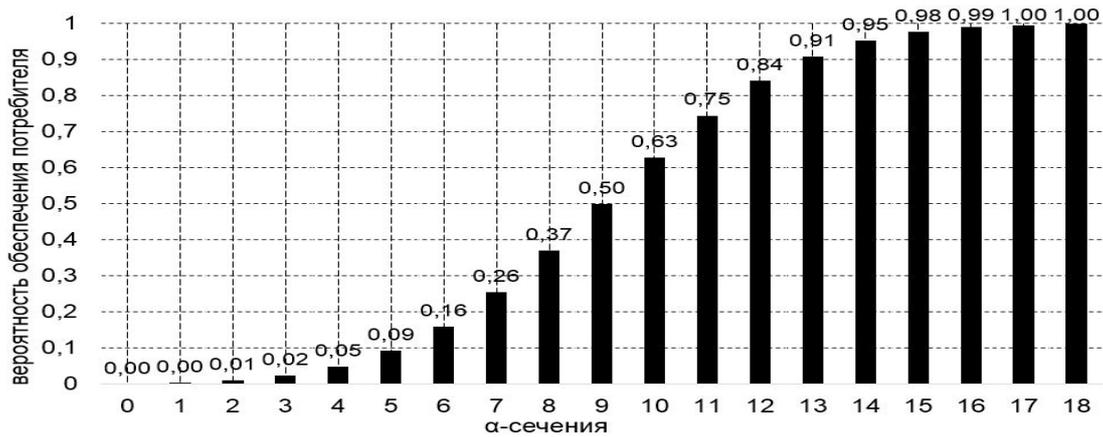


Рис. 2. Определение вероятности обеспечения потребителя
 Fig. 2. Determination of the probability of providing the consumer

4. При получении расхода воды потребителем меньше требуемого для рассматриваемого α_s -сечения расход с предыдущего α_s -сечения и вероятность его наступления фиксируются.

Вероятность обеспечения потребителя (узла) рассматриваемого режима равна произведению вероятности наступления режима на вероятность обеспечения потребителя.

Формирование показателей надежности обеспечения потребителей

После проведения серии гидравлических расчетов $24 \cdot 19 \cdot (N + 1) = 546 \cdot (N + 1)$ для каждого потребителя путем сложения произведений вероятностей обеспечения потребителей в каждом режиме на соответствующие вероятности наступления этих режимов производится формирование обобщенных показателей надежности обеспечения водой:

$$K_j = \frac{1}{24} \cdot \sum_{t=1}^{24} \left(\rho_{j,t,безав}^{обесп} \cdot \rho_0 + \sum_{i=1}^n \left(\rho_{j,t,i}^{обесп} \cdot \rho_{омкз,i} \right) \right)$$

$$P_j = \exp \left(-\frac{1}{24} \cdot \rho_0 \cdot \sum_{i=1}^{24} \sum_{d=1}^n \lambda_d \cdot \tau_{j,t} \right).$$

При сопоставлении узловых показателей надежности, полученных по результатам гидравлического расчета, с нормируемыми значениями $K_j \geq K_j(\text{норм})$, $P_j \geq P_j(\text{норм})$ делается вывод о надежности СПРВ.

На основе данной методики на кафедре городского строительства и хозяйства ИРНТУ для ЭВМ разработана «Программа по оценке надежности обеспечения потребителей водой», которая реализована в среде Fortran³ и внесена в Реестр программ для ЭВМ Федеральной службой по интеллектуальной собственности (Роспатент).

Программа позволяет:

- произвести разбивку (сечения) вероятностных отборов воды каждого потребителя (узла) в пределах трех среднеквадратических отклонений от математического ожидания в течение каждого часа, используя элементы статистики (математическое ожидание отборов, среднеквадратическое отклонение, свойства нормального закона распределения случайных величин); смоделировать часовые отборы воды потребителями при каждом сечении;
 - определить вероятность нахождения участков в безаварийном и аварийных состояниях, используя интенсивность отказов и интенсивность восстановления участков;
 - на основе часовых отборов воды потребителями (узлов) (по α_s – сечениям) сформировать режимы работы системы, смоделировав ординарный поток отказов в системе, определив вероятность нахождения системы в безаварийном и аварийных состояниях;
 - провести потокораспределения по каждому режиму, накапливая информацию по параметрам;
 - определить расчетные и пониженные уровни обеспечения потребителей на основе потокораспределений, сопоставляя расчетные и требуемые значения отборов воды при каждом режиме;
 - по расчетным и пониженным уровням обеспечения потребителей сформировать обобщенные показатели надежности и сопоставить их с нормируемыми значениями.
- На примере СПРВ микрорайона Иркутск-II г. Иркутска проведена апробация разработанной методики и программы для ЭВМ. Схема системы представлена на рис. 3 и 4 в обобщенной и узловой формах.

³Чупин В.Р., Душин А.С. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020615619 от 27 мая 2020 г.

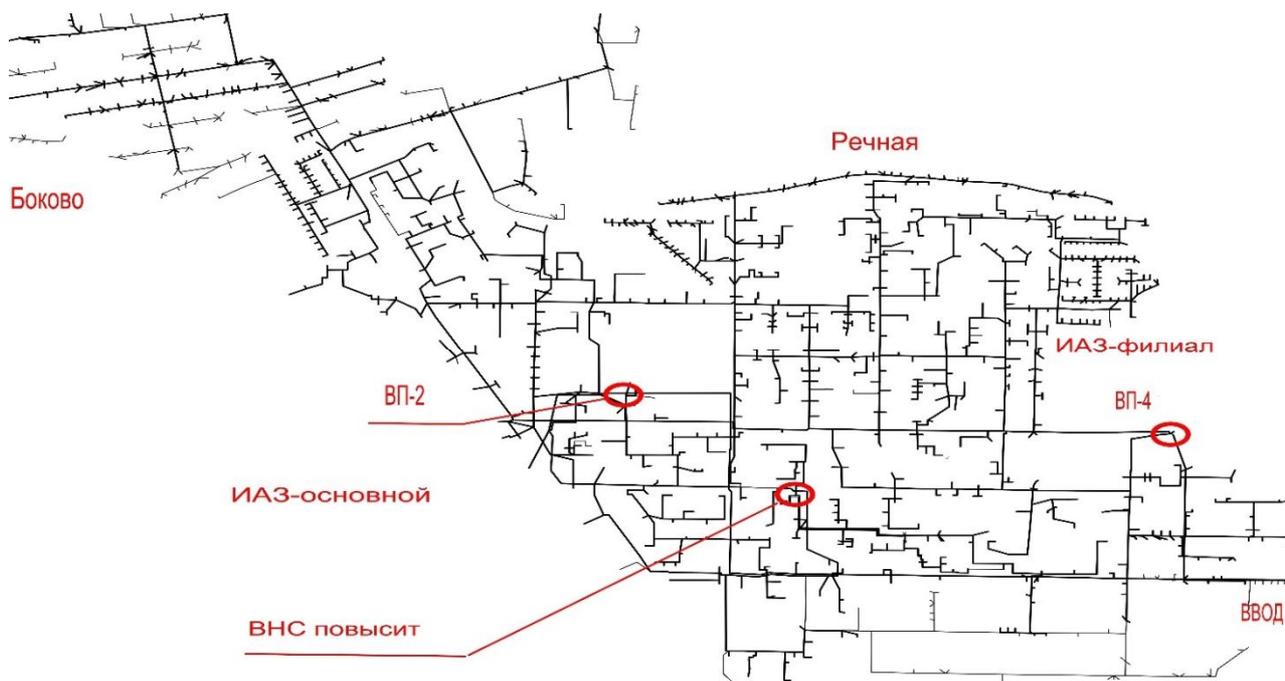


Рис. 3. Схема водопроводных сетей Иркутска-II (в обобщенной форме)
 Fig. 3. Scheme of water supply networks of Irkutsk-II (in a generalized form)

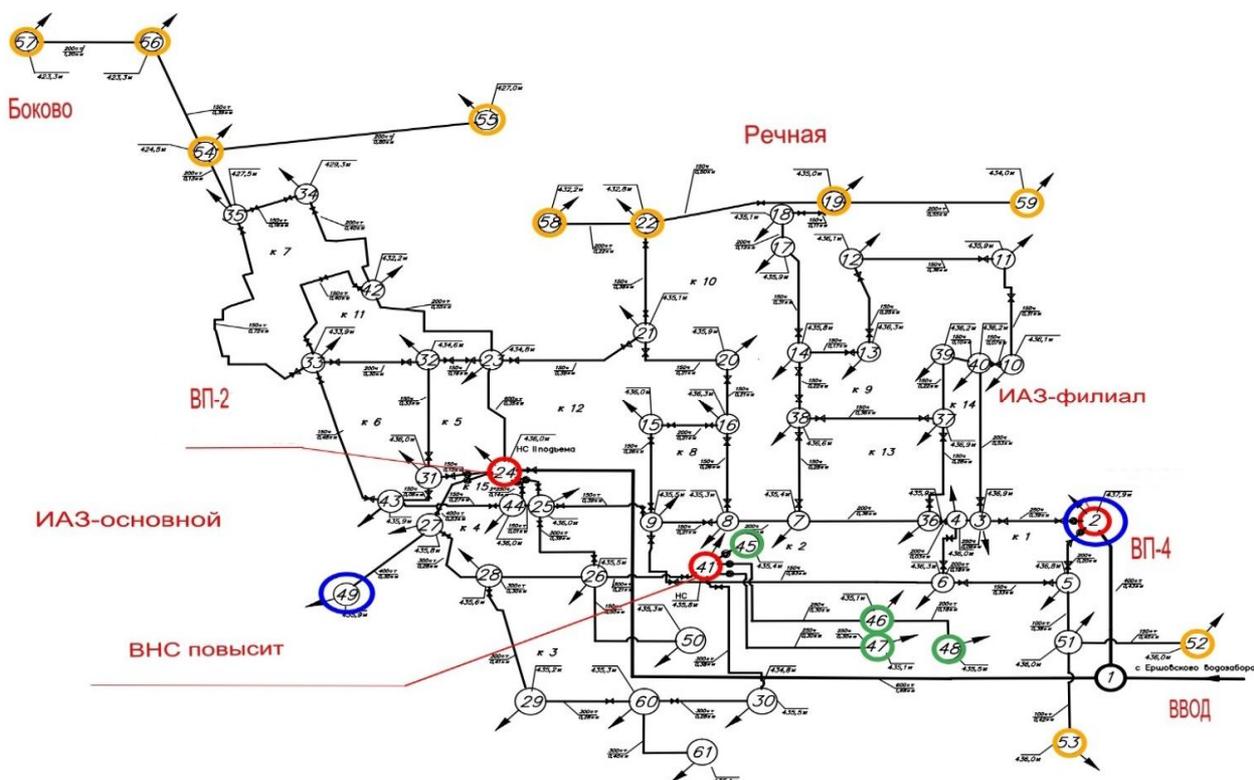


Рис. 4. Схема водопроводных сетей Иркутска-II (в узловой форме)
 Fig. 4. Scheme of water supply networks of Irkutsk-II (in nodal form)

Особенности СПРВ микрорайона Иркутск-II

Водоснабжение микрорайона Иркутск-II осуществляется от общего коллектора, питающегося по двум вводам от городских сетей водоснабжения, расположенным по ул. Ленинградская (схема представлена на рис. 4).

В системе водоснабжения работают две основные станции водоподъема ВП-2 (узел № 24) и ВП-4 (узел № 2), повысительная станция, находящаяся на пересечении улиц Мира и Муравьева (узел № 41). ВП-2 и повысительная станция расположены на территории жилого массива, ВП-4 на территории Иркутского авиационного завода (ИАЗ). Основная территория ИАЗ (узел № 49) и филиал (узел № 2) на рис. 4 обозначены синим цветом.

От станции ВП-2 питаются в основном центр и районы северо-восточной части Иркутска-II в направлении пос. Боково (узел № 57), а также северо-западные окраины улиц Мира, Волгоградской и Ленинградской и дома по ул. Речная (узел № 19).

От станции ВП-4 питаются центр, а также районы юго-восточной и юго-западной частей Иркутска-II. По существующим перемычкам от одной из станций водоподъема вода может быть подана в смежные районы, находящиеся в «зоне ответственности» другой станции.

Повысительная станция работает последовательно по отношению к основным станциям водоподъема и обеспечивает необходимый напор в многоэтажных домах, находящихся на улицах Мира, Волгоградская, Ленинградская (узлы № 45–48, обозначен-

ные на рис. 4 зеленым цветом). Объекты частного сектора на рис. 4 обозначены оранжевым цветом.

Для определения нагрузок при проведении расчетов использованы статистические данные об водопотреблении микрорайона Иркутск-II за 2017 г.

Информация об общем водопотреблении микрорайона Иркутск-II представлена на гистограмме (рис. 5). Распределение среднечасовых отборов воды узлами (м³/ч) представлено на рис. 6. Повышенные отборы воды узлами № 2 и № 49 связаны не только с отборами на нужды ИАЗ. На основной территории ИАЗ и на территории филиала ИАЗ расположены котельные № 1, 2 и 3, питающие нужды горячего водоснабжения и отопления как самого завода, так и жилого массива, причем котельные № 1 и 2 (узел № 49), работающие на мазуте, – это 1/3 жилого массива, котельная № 3 (узел № 2), работающая на угле, – это 2/3 жилого массива.

График отношений часовых значений математических ожиданий отборов воды узлами к средним значениям отборов этих узлов $\bar{Q}_t / Q_{средн}$ представлено на рис. 7.

По результатам обработки статистических материалов (2006–2017 г.) по авариям на участках водопроводных сетей микрорайона Иркутск-II, характеристик сети определены интенсивности отказов на участках. Распределение интенсивности отказов по материалам и диаметрам представлено на рис. 8. Распределение интенсивности отказов использовано при определении вероятности нахождения участков и системы в целом в безаварийном и аварийных состояниях.

| м ³ /час | часы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
| 1064 | 1120 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | 0 | | | 0 | 0 | | | |
| 1008 | 1064 | | | | | | 0 | 0 | | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 952 | 1008 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | |
| 896 | 952 | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 840 | 896 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 3 | 1 | |
| 784 | 840 | | | | | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 9 | 12 | 8 | 1 | |
| 728 | 784 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 | 9 | 4 | 6 | 9 | 13 | 13 | 9 | 6 | 5 | 5 | 5 | 8 | 20 | 28 | 34 | 39 | 3 |
| 672 | 728 | 0 | | 0 | | | 29 | 37 | 34 | 35 | 41 | 40 | 39 | 34 | 24 | 15 | 14 | 19 | 35 | 42 | 33 | 26 | 29 | 11 | |
| 616 | 672 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 23 | 15 | 26 | 42 | 39 | 37 | 39 | 46 | 48 | 53 | 58 | 58 | 42 | 20 | 15 | 11 | 14 | 43 |
| 560 | 616 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 9 | 10 | 19 | 8 | 5 | 4 | 3 | 6 | 16 | 21 | 16 | 14 | 8 | 6 | 4 | 4 | 4 | 33 |
| 504 | 560 | 28 | 2 | 1 | 0 | | 2 | 7 | 10 | 10 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 448 | 504 | 52 | 28 | 8 | 5 | 3 | 27 | 9 | 12 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 392 | 448 | 11 | 54 | 52 | 40 | 39 | 37 | 10 | 3 | 1 | | | | | | | 0 | 0 | | | | | | | 1 |
| 336 | 392 | 1 | 12 | 32 | 46 | 48 | 28 | 4 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| 280 | 336 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 3 | 1 | | | | 0 | | | | | | 0 | | | | | | | |
| 224 | 280 | | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 168 | 224 | | | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 5. Распределение вероятности отборов воды по часам суток в микрорайоне Иркутск-II за 2017 г.
Fig. 5. Distribution of water sampling probabilities by hours of the day in the microdistrict Irkutsk-II for 2017

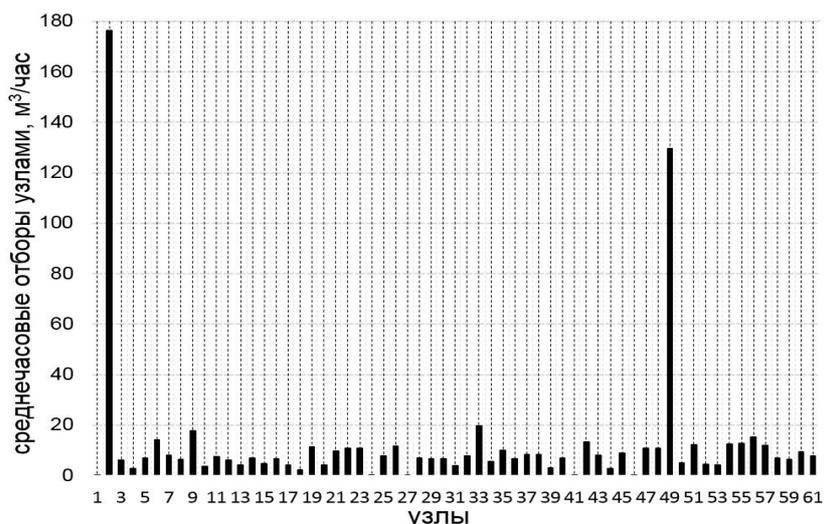


Рис. 6. Распределение среднечасовых отборов воды узлами
Fig. 6. Distribution of average hourly water withdrawals by nodes

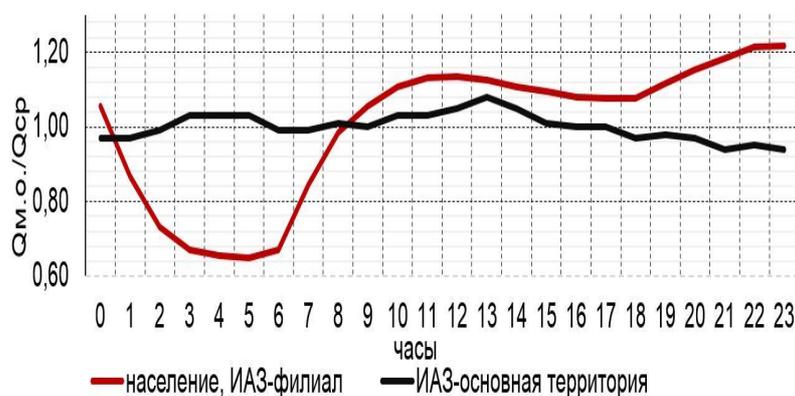


Рис. 7. Отношение среднечасовых значений математических отборов воды к среднему значению $\bar{Q}_t / Q_{ср}$
Fig. 7. The ratio of the hourly average values of mathematical water withdrawals to the average value $\bar{Q}_t / Q_{ср}$

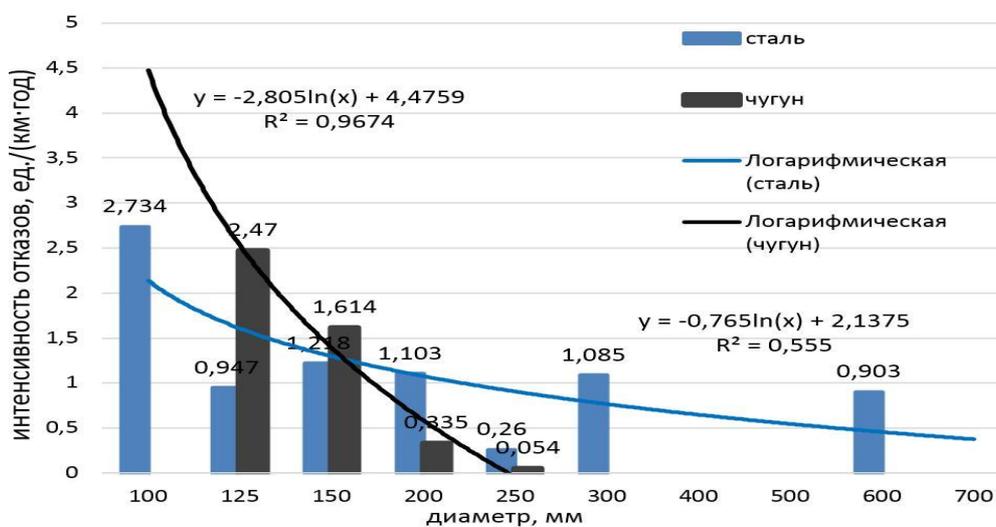


Рис. 8. Распределение интенсивности отказов на водопроводных сетях микрорайона Иркутск-II за 2006–2017 гг.
Fig. 8. Distribution of the failure rate on the water supply networks of Irkutsk-II microdistrict for 2006–2017

Результаты проведенных расчетов

По представленной методике и программе для ЭВМ произведен расчет показателей надежности обеспечения потребителей водой для каждого узла расчетной схемы микрорайона Иркутск-II. Результаты определения показателей представлены по вариантам:

1. Существующий вариант работы системы (исходный) – синий цвет;

2. Вариант работы системы с увеличением пропускной способности участков трубопровода (мероприятие 1 – увеличение диаметров отдельных участков) – красный цвет;

3. Вариант работы системы со структурным резервированием (мероприятие 2 – кольцевание тупиковых участков) – оранжевый цвет.

Обобщенные показатели надежности K_j , P_j , полученные по результатам расчетов, по исходному варианту и проведенными мероприятиями отображены на рис. 9 и 10.

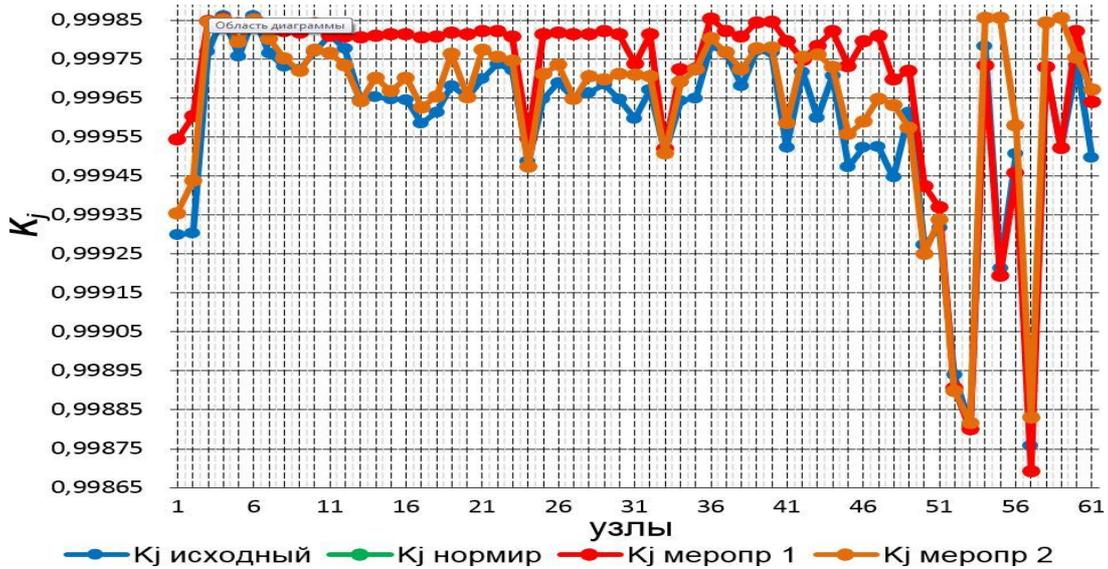


Рис. 9. Распределение коэффициентов готовности к обеспечению расчетного водоснабжения потребителей в микрорайоне Иркутск-II

Fig. 9. Distribution of the coefficients of readiness to provide calculated water supply to consumers in Irkutsk-II microdistrict

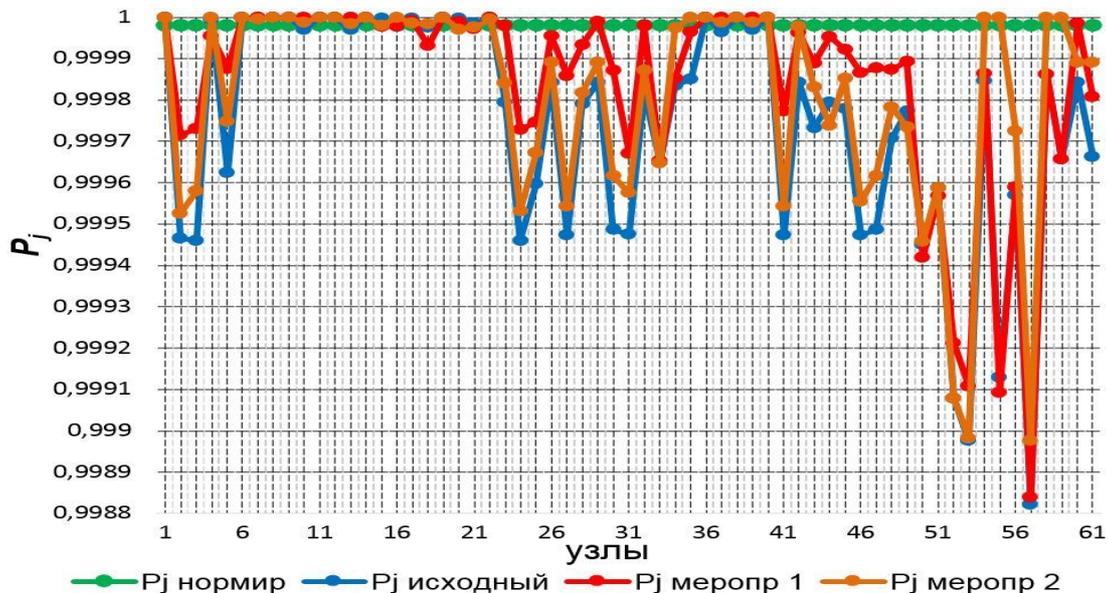


Рис. 10. Распределение вероятностей безотказного водоснабжения потребителей в микрорайоне Иркутск-II

Fig. 10. Distribution of probabilities of trouble-free water supply to consumers in Irkutsk-II microdistrict

Нормируемые показатели надежности составляют $K_j(\text{норм}) = 0,99178$, $P_j(\text{норм}) = 0,99998$.

При сопоставлении показателей надежности, полученных по результатам расчета, с нормируемыми сделаны выводы:

- значения коэффициентов готовности обеспечения потребителей K_j по всем потребителям выше нормативных, а значит, обеспечение потребителей требуемым расчетным количеством воды не нарушается по времени выше допустимых пределов;

- пониженные значения вероятности безотказного водоснабжения потребителей P_j указывают на повышенный риск необеспечения потребителей в связи с отсутствием резервных линий по обеспечению потребителя или неспособностью резервных линий в случае отключения основной линии обеспечить потребителя аварийным количеством воды;

- повышенную надежность обеспечения имеют узлы № 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 38, которые расположены на границе зон влияния насосных станций ВП-2 и ВП-4 (в середине микрорайона Иркутск-II). В случае отключения любой из насосных станций эти узлы гарантированно будут качественно обеспечены водой, оставшейся в работе станции. На рис. 11 потребители с надеж-

ным обеспечением выделены зеленым цветом.

- надежность обеспечения потребителей, подключенных от тупиковых участков, имеет пониженное качество обеспечения (узлы № 57, 56, 54, 55, 51, 52, 53, 58, 59 – частный сектор; узлы № 61, 50, 48 – многоквартирные дома, узел № 49 – ИАЗ – основная территория). На рис. 11 потребители, подключенные от тупиковых участков, выделены синим цветом.

- пониженное качество обеспечения потребителей, подключенных от кольцевых участков (узлы № 23, 24, 26, 27, 28, 46, 47, 44, 42, 43, 41, 39, 10, 13, 18, 60), обусловлено малой пропускной способностью участков ($D_{25-9} = 150$ мм, $D_{9-8} = 150$ мм) при перераспределении потоков в случае отключения одной из насосных станций (ВП-2 или ВП-4). Также пониженное качество обеспечения узла 49 – ИАЗ – основная территория через узел № 27 обусловлено тем, что обеспечение больших потребностей воды для ИАЗ достигается через 1 участок (24–27) диаметром 400 мм, обводной участок 28–27 более протяженный и имеет пониженный диаметр 300 мм. В случае отключения по причине аварии участка 24–27, участок 28–27 не может обеспечить полную потребность в воде. На рис. 11 потребители с пониженной обеспеченностью водой, подключенные от кольцевой сети, выделены оранжевым цветом.

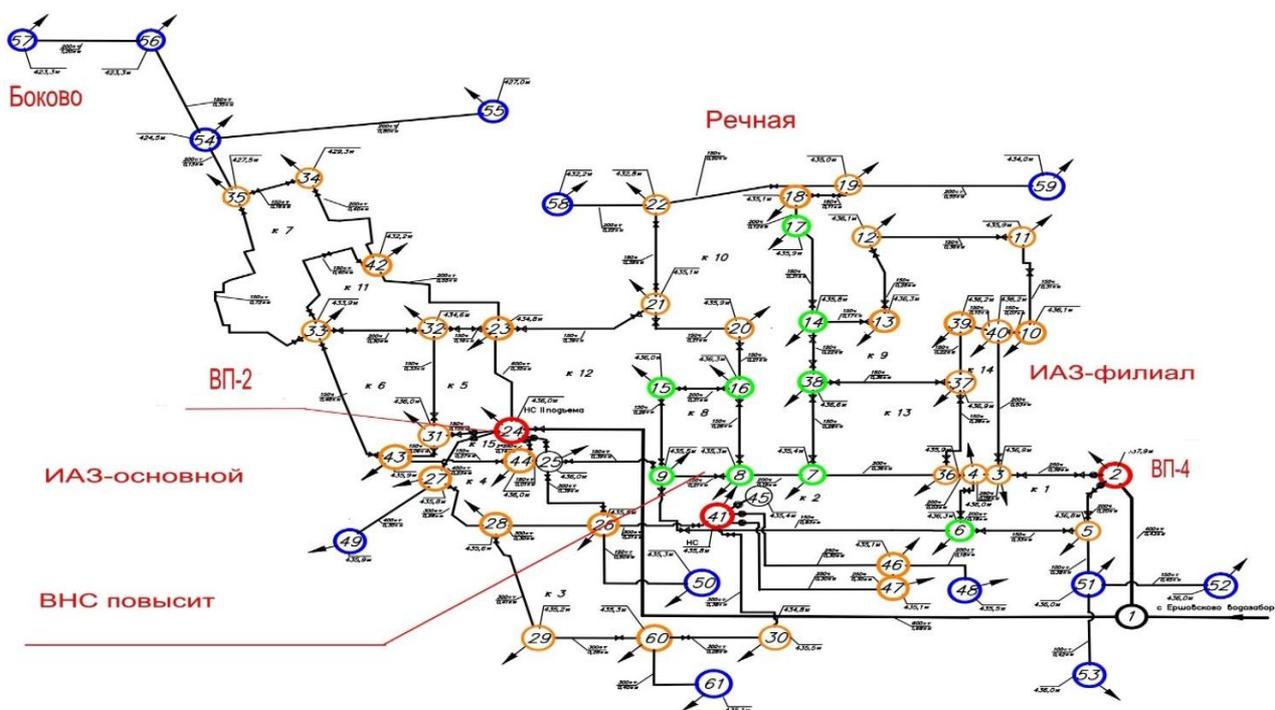


Рис. 11. Схема водопроводных сетей микрорайона Иркутска-II (оценка обеспечения потребителей водой)
 Fig. 11. Scheme of water supply networks of Irkutsk-II microdistrict (assessment of water supply to consumers)

Подключение новых потребителей будет вызывать ухудшение качества обеспечения существующих потребителей (особенно потребителей частного сектора, подключенных от тупиковых участков сети большой протяженности, например, пос. Боково – узел № 57). Также для районов частного сектора характерно резкое увеличение потребления воды с наступлением весенне-летнего периода, связанное с включением летних водопроводов и регулярными поливами на приусадебных участках. Положительным моментом, улучшающим качество обеспечения потребителей пос. Боково, является пониженный рельеф местности. С учетом планов развития и новых поступающих заявок на подключение необходима дополнительная реконструкция сети с увеличением диаметров трубопровода на ее отдельных участках.

Подобная оценка надежности работы сети может проводиться ежемесячно. Изменение объемов потребления и количества аварий по сезонам будет давать разную картину обеспечения потребителей.

Разработка мероприятий

Повышенные значения коэффициента готовности по потребителям j : $K_j \geq K_{j(норм)}$ – указывают на то, что повышение надежно-

сти резервированием участков можно проводить без повышения напоров на насосных станциях (без дополнительных затрат на электроэнергию). Наряду с исследованием работы существующего варианта системы водоснабжения рассмотрены варианты оптимизации. Схема водопроводных сетей (в узловой форме) с проведением мероприятий представлена на рис. 12.

Мероприятие 1. Увеличение пропускной способности участков трубопровода 25-9, 9-8. Увеличение диаметра участков со 150 мм до 250 мм. На рис. 12 указанные участки выделены оранжевым цветом.

Результаты вычислений представлены на рис. 9 и 10: $K_{меропр 1}$, $P_{меропр 1}$ – выделены красным цветом.

Наблюдается увеличение надежности потребителей – узлов № 23, 24, 27, 28, 26, 46, 47, 44, 42, 43, 41, 39, 10, 13, 18, 60.

Мероприятие 2. Структурное резервирование. Кольцевание тупиковых участков.

Создание участков 30-61, 58-55, 11-59 (кольцевание) позволит увеличить надежность обеспечения потребителей частного сектора (узлы № 55 – ул. Юрия Смирнова, № 58 – ул. Речная, № 59 – ул. Речная, № 61 – ул. Почтамтская), повысит качество обеспечения противопожарных нужд, даст техническую возможность подключения новых потребителей.

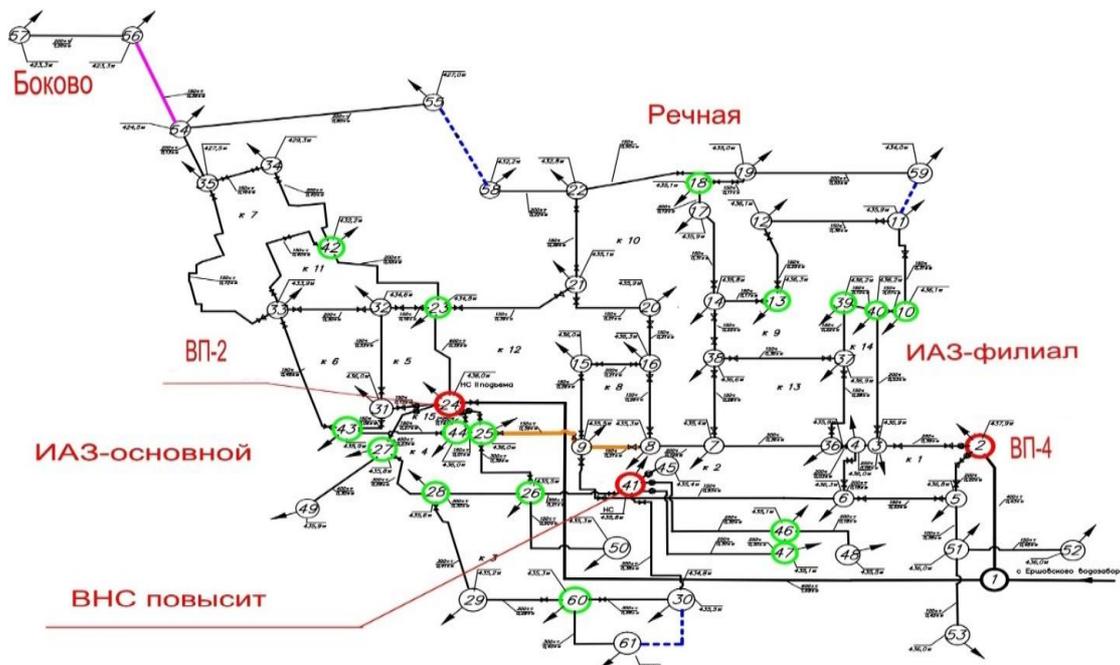


Рис. 12. Схема водопроводных сетей микрорайона Иркутска-II (с мероприятиями)
 Fig. 12. Scheme of water supply networks of Irkutsk-II microdistrict (with events)

На рис. 12 указанные участки выделены синим цветом.

Для повышения качества обеспечения потребителей поселка Боково (узел 57) рекомендуется участок сети узлы 54–56 заменить с увеличением диаметра со 150 мм до 200 мм или проложить дополнительно новую линию. На рис. 12 указанный участок выделен фиолетовым цветом.

Результаты вычислений показателей по мероприятию 2 отображены на рис. 9 и 10: $K_{\text{меропр 2}}$ и $P_{\text{меропр 2}}$ выделены оранжевым цветом.

Заключение

В результате проведенных расчетов:

1. Произведена оценка эксплуатационной надежности СПРВ.
2. Выявлены участки сети, наиболее негативно влияющие на качество обеспечения потребителей в системе.
3. Проведена оценка запаса пропускной способности системы по отдельным направлениям.
4. Предложены мероприятия по оптимизации работы системы.

Разработанная методика по оценке эксплуатационной надежности СПРВ – современный и эффективный инструмент для ре-

шения многих эксплуатационных и проектных задач содержания и развития систем водоснабжения.

В основе этой методики применяются электронные модели, методы расчета гидравлических параметров, численное моделирование и оптимизация технических решений.

Методика позволяет вычислить вероятностные показатели функционирования СПРВ, на основе которых возможен анализ существующих условий эксплуатации СПРВ, разработка мероприятий по ее оптимизации.

Преимуществом вероятностного моделирования, отвечающего адекватностью реальным процессам функционирования системы, является возможность: более точно оценить степень надежности обеспечения потребителей водой; указать места возникновения новых диктующих точек; разработки более точных правил управления СПРВ.

Разработанная по методике программа ЭВМ позволяет моделировать различные режимы эксплуатации, оценивать работоспособность, надежность и режимную управляемость систем водоснабжения. На примере системы водоснабжения микрорайона Иркутск-II показана эффективность разработанной методики и программы для ЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карамбиров С.Н. Математическое моделирование систем подачи и распределения воды в условиях многорежимности и неопределенности: монография. М.: МГУП, 2004. 197 с.
2. Гальперин Е.М. Надежностные расчеты кольцевых водопроводных сетей // Водоснабжение и санитарная техника. 2003. № 3. С. 26–29.
3. Игнатчик С.Ю. Обеспечение надежности и энергосбережения при расчете сооружений для транспортировки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 8. С. 56–63.
4. Карамбиров С.Н., Буркова Ю.Г. Анализ и синтез сложных инженерных систем с применением современных математических методов: монография. М.: Изд-во Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. 193 с.
5. Поршневу В.Н., Привен Е.М., Битиев А.В. Принципы обеспечения надежности функционирования системы водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 7-1. С. 40–43.
6. Новицкий Н.Н., Вантеева О.В. Анализ гидравлических режимов в трубопроводных системах в условиях вероятностного характера узловых граничных условий // Вестник ИРГТУ. 2017. Т. 21. № 8 (127). С. 130–142. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-8-130-142>
7. Карамбиров С.Н., Бекишева Л.Б. О некоторых статистических закономерностях водопотребления в системах водоснабжения // Природообустройство. 2012. №4. С. 45–48.
8. Карамбиров С.Н., Буркова Ю.Г. Оптимизация систем подачи и распределения воды методом линейного программирования // Природообустройство. 2008. №2. С. 101–107.
9. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 573 с.
10. Чупин В.Р., Душин А.С. Оценка надежности обеспечения потребителей водой // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 12. С. 35–42.
11. Чупин В.Р., Душин А.С. Оценка надежности обеспечения потребителей водой. Разработка показателей надежности водоснабжения потребителей // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. № 3 (30). 2019. С. 578–593. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-3-578-593>

12. Чупин В.Р., Душин А.С. Оптимизация параметров новых и реконструируемых систем подачи и распределения воды с учетом бесперебойного водоснабжения потребителей // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. №4 (31). 2019. С. 790–803. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-4-790-803>
13. Сеннова Е.В., Кирюхин С.Н. Методика и алгоритм расчета надежности тепловых сетей при разработке схем теплоснабжения городов. М.: ОАО «Газпром промгаз», 2013. 104 с.
14. Дерюшева Н.Л., Дерюшев Л.Г. О нормировании надежности и производительности сооружений систем водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 11. С. 48–51.
15. Найманов А.Я. Особенности оценки надежности кольцевой водопроводной сети // Водоснабжение и санитарная техника. 2006. № 12. С. 11–16.
16. Чупин В.Р., Мелехов Е.С. Развитие теории и практики моделирования и оптимизации систем водоснабжения и водоотведения. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. 323 с.
17. Чупин В.Р., Малевская М.Б. Выработка рекомендаций по минимизации последствий от аварийных ситуаций в системах водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 1994. №4. С. 8–9.
18. Майзель И.В., Бобер В.А. Интенсификация работы систем водоснабжения и водоотведения г. Нижнеудинска // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. №4 (35). С. 578–587. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-4-578-587>

REFERENCES

1. Karambirov SN. Mathematical modeling of water supply and distribution systems under multimode and uncertainty conditions. Moscow: Moscow State University of Environmental Engineering; 2004; 197 p. (In Russ.)
2. Galperin EM. Reliability Calculations for Ring Water Supply Systems. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2003;8:26–29. (In Russ.)
3. Ignatchik SYu. Ensuring reliability and energy saving in the design of structures for the transportation of wastewater. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2010;8:56–63. (In Russ.)
4. Karambirov SN, Burkova YuG. Analysis and synthesis of complex engineering systems using modern mathematical methods. Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 2016. 193 p.
5. Porshnev VN, Priven EM, Bitiev AV. Principles of ensuring of water supply system operation reliability. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2007;7-1:40–43. (In Russ.)
6. Novitsky NN, Vanteeva OV. Analysis of pipeline system hydraulic regimes under the conditions of probabilistic character of node boundary conditions. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk state technical university*. 2017;21(8):130–142. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-8-130-142>
7. Karambirov SN, Bekisheva LB. About some statistical regularities of water consumption in water supply systems. *Prirodoobustroistvo*. 2012;4:45–48.
8. Karambirov SN, Burkova YuG. Optimization of systems of water supply and distribution by means of the linear programming methods. *Prirodoobustroistvo*. 2008;2:101–107.
9. Kremer NSh. Probability theory and mathematical statistics. Moscow: YuNITI-DANA; 2004; 573 p.
10. Chupin VR, Dushin AS. Assessment of the customer water supply reliability. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2017;12:35–44. (In Russ.)
11. Chupin VR, Dushin AS. Assessment of the reliability of water supply to consumers: water supply reliability indicators. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2019;9(3):578–593. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-3-578-593>
12. Chupin VR, Dushin AS. Parameter optimisation for new and reconstructed systems of water supply and distribution for ensuring consumer's uninterrupted water supply. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2019;9(4):790–803. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-4-790-803>
13. Sennova EV, Kiryukhin SN. Method and algorithm for calculating the reliability of heat networks in the development of schemes heat supply of the cities. Moscow: Gazprom promgaz; 2013. 104 p. (In Russ.)
14. Deryusheva NL, Deryushev LG. On standardization of reliability and capacity of water supply systems. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2011;11:48–51. (In Russ.)

15. Naymanov AYа. Features of Reliability Evaluation of Ring Water Supply System. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 2006;12:11–16. (In Russ.)

16. Chupin RV, Melekhov ES. Development of theory and practice of modeling and optimization of water supply and sanitation systems. Irkutsk: Irkutsk State Technical University; 2011. 323 p. (In Russ.)

17. Chupin VR, Malevskaya MB. Development of recommendations to minimize the conse-

quences of emergencies in water supply systems. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika = Water Supply and Sanitary Technique*. 1994;4:8–9. (In Russ.)

18. Maizel IV, Bober VA. Intensification of water supply and sanitation systems in the city of Nizhneudinsk. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2020;10(4):578–587. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-4-578-587>

Сведения об авторах

Чупин Виктор Романович,

доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой
городского строительства и хозяйства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: chupinvr@istu.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5460-4780>

Душин Алексей Сергеевич,

инженер-строитель,
ООО «Сетевая компания «ИРКУТ»»,
664020, г. Иркутск, ул. Авиастроителей, 28А,
Россия,
✉e-mail: a.s.dushin@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7307-5167>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 17.12.2020.
Одобрена после рецензирования 14.01.2021.
Принята к публикации 18.01.2021.

Information about the authors

Victor R. Chupin,

Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Head of the Department of Urban Construction
and Economy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: chupinvr@istu.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5460-4780>

Aleksei S. Dushin,

Civil engineer,
ООО «Network company «ИРКУТ»»,
28А Aviastrouteley St., Irkutsk 664020, Russia,
✉e-mail: a.s.dushin@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7307-5167>

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 17.12.2020.
Approved after reviewing 14.01.2021.
Accepted for publication 18.01.2021.



Исследование термодинамических процессов в бетонной смеси, затвердевающей в зимних условиях

© И.Ю. Шелехов, Н.Л. Дорофеева, А.Ю. Казазаева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель – изучение термодинамических процессов, происходящих в бетонной смеси, затвердевающей в зимних условиях. Лабораторные исследования демонстрируют влияние различных способов бетонирования на качество выполняемых работ. Для изучения термодинамических процессов используется стенд, контролирующий температурные поля в разных точках по высоте объема бетонируемого изделия, и нагревательные элементы с положительным коэффициентом термического сопротивления. Рассматриваются результаты распределения температурных полей в разных по высоте объема точках бетонной смеси в зависимости от применения различных способов бетонирования. Исследования показали, что для сокращения времени твердения бетонных смесей в условиях низких температур необходимо производить предварительный прогрев основания конструкций, а при бетонировании ответственных конструкций применять дополнительный нагрев смеси. Проведенные эксперименты показали, что использование нагревательных элементов с положительным коэффициентом сопротивления при проведении бетонных работ поможет обеспечить качественное выполнение ремонтных и строительных работ, производимых в условиях низких температур.

Ключевые слова: бетонные работы, температурное поле, зимнее бетонирование, нагревательный элемент, температурный коэффициент сопротивления

Благодарность: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 20-48-380002.

Для цитирования: Шелехов И.Ю., Дорофеева Н.Л., Казазаева А.Ю. Исследование термодинамических процессов в бетонной смеси, затвердевающей в зимних условиях. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 126–133. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-126-133>

Study of thermodynamic processes in a concrete mixture hardening in winter conditions

Igor Yu. Shelekhov, Natalia L. Dorofeeva, Anna Yu. Kazazaeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The aim was to study thermodynamic processes taking place in a concrete mixture hardening in winter conditions. Laboratory studies show that different ways of concrete paving affect the quality of the work performed. To study thermodynamic processes, a stand was used that controlled the temperature fields in different places of the volume height of the concrete product and heating elements with a positive coefficient of thermal resistance. The results of the distribution of temperature fields across different places of the volume height of the concrete mixture were analysed, depending on the different methods of concrete paving used. The studies have shown the need to tentatively warm up the base of constructions to reduce the time of concrete mixture hardening, and additionally to warm up the mixture when paving essential structures. The experiments have shown that using heating elements with a positive coefficient of resistance during concrete works helps to provide the necessary quality of repair and construction work in low-temperature conditions.

Keywords: concrete works, temperature field, winter concreting, heating element, temperature coefficient of resistance

Acknowledgements: The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research and the Government of the Irkutsk Region in the framework of scientific project No. 20-48-380002.

For citation: Shelekhov IYu, Dorofeeva NL, Kazazaeva AYu. Study of thermodynamic processes in a concrete mixture hardening in winter conditions. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(1):126–133. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-126-133>

Введение

Достижение требуемого качества бетонных изделий, изготавливаемых в диапазоне низких температур, возможно только при соблюдении благоприятного режима затвердевания бетона в начальный период времени. Оптимизация производственного процесса бетонирования при осуществлении капитального ремонта в зимний период времени является сложной комплексной задачей. От выбора оптимальных параметров процесса бетонирования в зависимости от состава бетонной смеси, толщины конструкций и их расположения зависит время производства работ и качество оказанных услуг. При проведении работ, связанных с капитальным ремонтом, в зимний период времени необходимо поддерживать заданную температуру по всему объему бетонной смеси с учетом технологического процесса бетонирования и климатических факторов [1–5].

Различное поведение бетонных смесей во время затвердевания (выдерживания) в летний и зимний период времени объясняется тем, что при низких температурах все реакции гидратации замедляются и при достижении температурой нижней границы (+5°C) в бетонных смесях резко снижается набор прочности. При температуре ниже 0°C химически несвязанная вода превращается в лед и увеличивается в объеме приблизительно на 9%. Структура затвердевшей смеси не выдерживает возникающих напряжений. Прочность замерзшего бетона обусловлена только связями сцепления замерзшей воды. При повышении температурного режима продолжается процесс гидратации бетонной смеси, но разрушенная структура не восстанавливается. В результате не достигаются ожидаемые параметры прочности бетонизируемого изделия, и исправить это уже не удается¹ [6, 7].

Методы

Требуемое качество бетонных изделий,

изготавливаемых в диапазоне низких температур, возможно только при соблюдении благоприятного режима твердения бетона в начальный период времени. В зависимости от фазы твердения бетона, меняются параметры теплоемкости и теплопроводности бетонной смеси, и равномерность распределения температурных параметров в бетонируемом объеме меняется, что приводит к временному изменению процессов твердения и набора прочности. Возникающие напряжения создают микродефекты, снижая не только качество производства работ, но и уменьшая ресурс работы конструкций, бетонируемых в условиях низких температур. При осуществлении ремонтных работ, особенно в зимний период времени, масштаб производства бетонных работ обычно не имеет больших объемов, но качество проведенных работ существенно влияет на сроки дальнейшей эксплуатации здания [8, 9].

Для исследования термодинамических процессов и оптимизации технологического процесса, а фактически оптимизации температурных режимов, мы применили лабораторный комплекс, созданный на основе прибора фирмы «ОВЕН» марки ТРМ138 с комплектом термодатчиков. Для осуществления дополнительного обогрева использовались нагревательные элементы марки НЭПС (нагреватель электрический плоский стальной), температурные параметры которых меняются в зависимости от изменений внешних метеорологических условий.

Нагревательные элементы марки НЭПС, представленные на рис. 1, производятся предприятием, входящим в структуру Технопарка ИРНТУ ООО «Термостат».

Процентное изменение сопротивления нагревательного элемента в зависимости от температуры представлено на рис. 2.

Параметры нагревательных элементов контролировались прибором фирмы «ОВЕН» марки ИМС-Ф1.Щ1. Данный прибор одновременно контролирует параметры напряжения, потребляемого тока и мощности.

¹Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ: справочник. М.-Л.: Техноэнергоиздат, 1956. 357 с.;
Баженов Ю.М. Технология бетонных и железобетонных изделий. М.: Стройиздат, 1984. 672 с.;
Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон. Технология производства работ. М.: Стройиздат, 1991. 576 с.

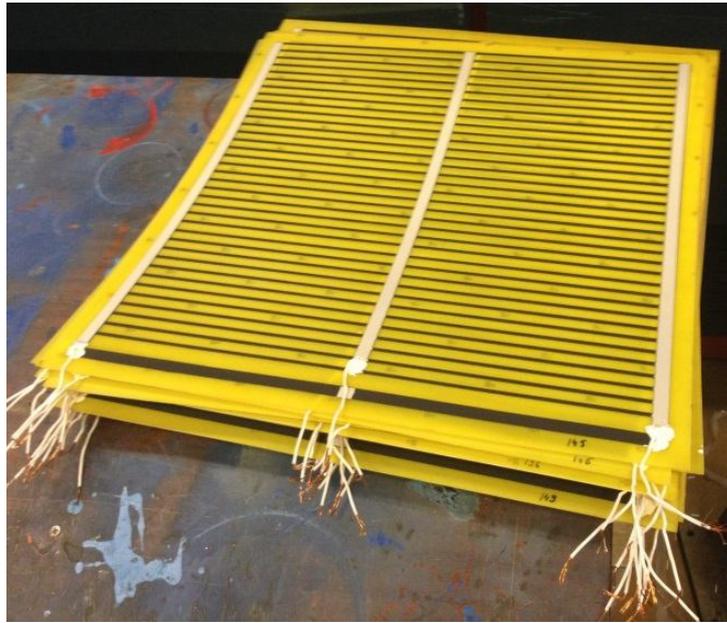


Рис. 1. Внешний вид нагревательных элементов марки НЭПС
Fig. 1. Appearance of electric flat steel heater heating elements

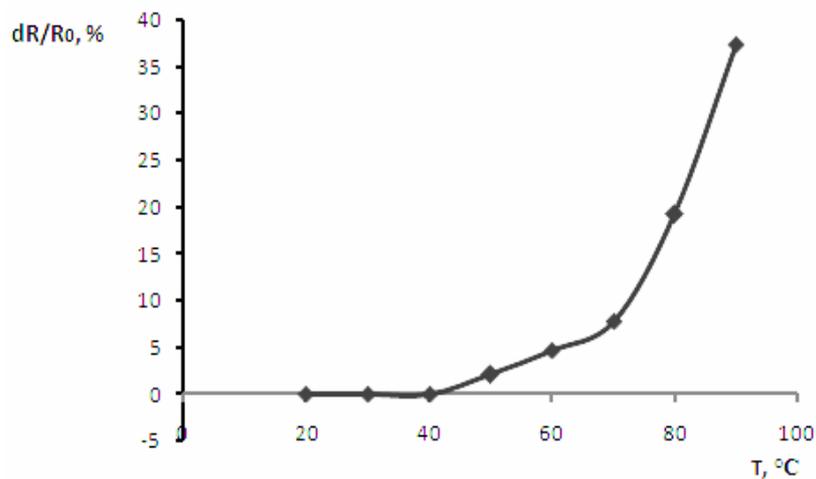


Рис. 2. Сопротивление нагревательного элемента марки НЭПС в зависимости от температуры, %
Fig. 2. Resistance of the electric flat steel heater heating element depending on temperature, %

Из приведенного графика следует, что нагревательные элементы НЭПС обладают положительным коэффициентом сопротивления, и меняют свое сопротивление в заданном интервале температур. Это свойство позволяет использовать их для позиционного регулирования прогрева в случае понижения температуры бетонной смеси без внешних регулирующих устройств [10, 11].

Результаты и их обсуждение

Нами были проведены эксперименты по исследованию термодинамических процессов, возникающих в затвердевающей бетонной смеси во время бетонирования при температуре наружного воздуха -15°C . Толщина

бетонной смеси составляла 200 мм, температура бетонной смеси контролировалась с шагом 50 мм.

В первом эксперименте (-12°C на бетонной поверхности) был изготовлен опытный образец из бетонной смеси с температурой $+15^{\circ}\text{C}$. Температура бетонной смеси соответствовала техническому регламенту ТР 147-03 для производства конструкций из литых бетонных смесей при температурах в диапазоне от -10°C до -15°C . На рис. 3 представлен график изменения температурного поля в процессе твердения бетона с начальной температурой бетонной смеси $+15^{\circ}\text{C}$.

Из графиков на рис. 3 видно, что данным способом осуществлять бетонные работы нель-

зя – в течение одного часа температура всего объема бетонной смеси опустилась ниже отметки ноль.

Во втором эксперименте был получен график изменения температурного поля в

процессе твердения бетона при начальной температуре бетонной смеси +15°C и подогреве поверхности бетонной смеси до +60°C. Результаты эксперимента представлены на рис. 4.

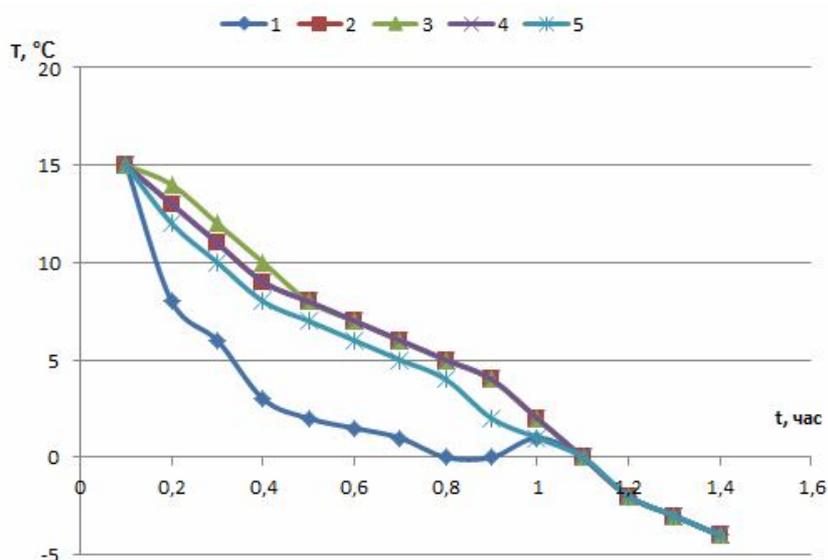


Рис. 3. Эксперимент № 1. Исследование температурного режима бетонной смеси с начальной температурой +15°C: 1 – на поверхности бетонного основания; 2 – на глубине 150 мм от поверхности; 3 – на глубине 100 мм; 4 – на глубине 50 мм; 5 – на поверхности бетонной смеси

Fig. 3. Experiment № 1. Investigation of the temperature mode of the concrete mixture with an initial temperature of +15°C: 1 – on the surface of the concrete base; 2 – at a depth of 150 mm from the surface; 3 – at a depth of 100 mm; 4 – at a depth of 50 mm; 5 – on the surface of the concrete mixture

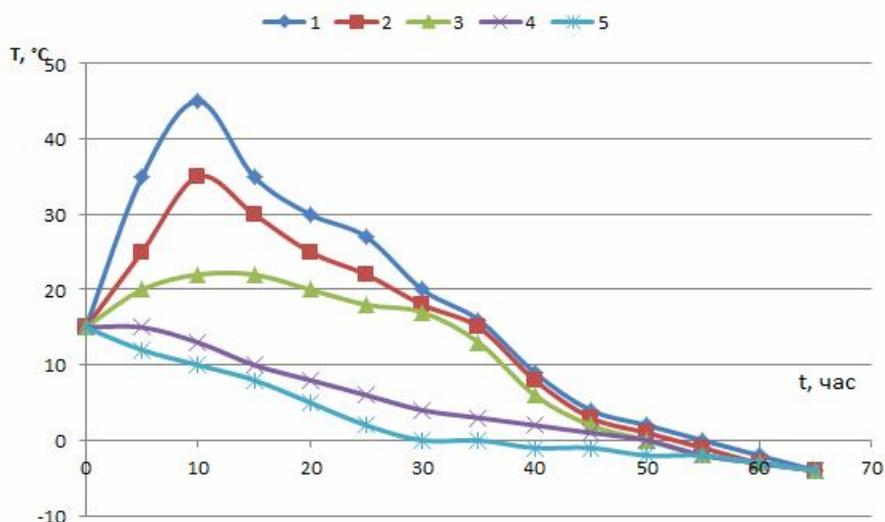


Рис. 4. Эксперимент № 2. Исследование температурного режима бетонной смеси с начальной температурой +15°C и дополнительным прогревом её поверхности до +60°C:

1 – на поверхности бетонного основания; 2 – на глубине 150 мм от поверхности; 3 – на глубине 100 мм; 4 – на глубине 50 мм; 5 – на поверхности бетонной смеси

Fig. 4. Experiment № 2. Investigation of the temperature mode of the concrete mixture with initial temperature of +15°C and additional heating of its surface to +60°C:

1 – on the surface of the concrete base; 2 – at a depth of 150 mm from the surface; 3 – at a depth of 100 mm; 4 – at a depth of 50 mm; 5 – on the surface of the concrete mixture

Из графиков на рис. 4 видно, что, несмотря на то что непосредственно на поверхности бетонной смеси температура опустилась до нулевой отметки в течение 28 ч, средняя температура всего объема приблизилась к нулевой отметке через 48 ч. При обеспечении дополнительного утепления можно увеличить время нахождения бетонной смеси при положительных температурах,

но данный способ не подойдет для ответственных конструкций, которые должны иметь расчетную твердость, необходимую для безопасной эксплуатации здания.

На рис. 5 представлены результаты третьего эксперимента, когда дополнительно к предварительному нагреву бетонной смеси на поверхности опытного образца был установлен нагревательный элемент марки НЭПС.

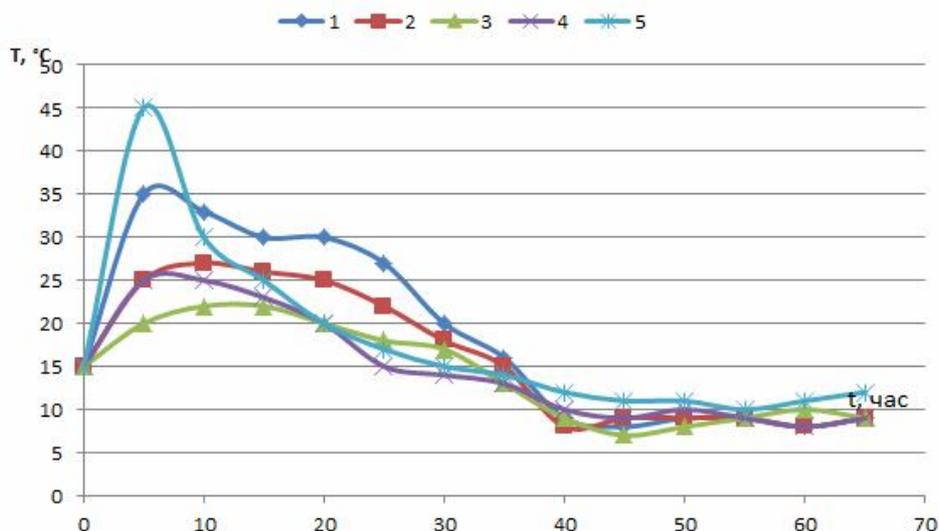


Рис. 5. Эксперимент № 3. Исследование бетонной смеси с начальной температурой +15°C и дополнительным использованием нагревательного элемента марки НЭПС: 1 – на поверхности бетонного основания; 2 – на глубине 150 мм от поверхности; 3 – на глубине 100 мм; 4 – на глубине 50 мм; 5 – на поверхности бетонной смеси
Fig. 5. Experiment № 3. Investigation of concrete mix with an initial temperature of +15°C and additional use of electric flat steel heating element: 1 – on the surface of the concrete base; 2 – at a depth of 150 mm from the surface; 3 – at a depth of 100 mm; 4 – at a depth of 50 mm; 5 – on the surface of the concrete mixture

Из графиков видно, что на третьи сутки бетонная смесь вышла на стационарный режим, при котором по всему объему бетона температура положительная и распределена равномерно. Исследование термодинамических процессов показывает, что данный способ может обеспечить высокое качество выполняемых бетонных работ в зимний период времени.

Заключение

Проведенные эксперименты показали, что нельзя осуществлять работы, связанные с процессом бетонирования, в зимний период времени без предварительного прогрева конструкций. Предварительный прогрев массивных конструкций, на которых осуществляются бетонные работы, позволяет обеспечить положительные температуры бетонной смеси до нескольких суток. Для осуществления ответственных работ по капитальному ремонту, где требуется расчет-

ная прочность, необходимо не только дополнительно подогревать основание конструкции, на которой производятся бетонные работы, но и использовать дополнительный обогрев бетонной смеси. Наилучшим вариантом для этого являются нагревательные элементы с положительным коэффициентом сопротивления. Используя данные нагревательные элементы, можно изготавливать мобильные, переносные конструкции, позволяющие обеспечить высокое качество бетонных работ и снижение себестоимости работ.

Исследования [12, 13] показали, что если использовать электронные регулирующие устройства, то можно улучшить характеристики нагрева, но при этом увеличится себестоимость и снизится надежность, а также потребуются квалифицированный персонал. Из представленных графиков видно, что нагревательные элементы с положительным коэффициентом сопротивления обеспечивают позиционное ре-

гулирование греющего слоя, тем самым способствуя поддержанию бетонной смеси в

заданном интервале температур до набора максимальной прочности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сысоев А.К. Эффективность применения гибких поверхностных нагревательных элементов [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2017. № 1 (44). С. 75. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4028> (18.12.2020)
2. Шишкин В.В. Совершенствование метода зимнего бетонирования с применением нагревательных проводов // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 6. С. 51–58. <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.06.51-58>
3. Сысоев О.Е., Кичий Е.Р. Факторы, влияющие на процессы расчетов зимнего бетонирования // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы Международной научно-практической конференции (29–30 ноября 2018 г., г. Комсомольск-на-Амуре). Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2018. С. 342–345.
4. Вительская А.О., Кирсанова А.А. Технология монолитного бетонирования в зимний период // Наука ЮУрГУ: материалы 71-й научной конференции. Секции технических наук. Южно-Уральский государственный университет (10–12 апреля 2019 г., г. Челябинск). Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2019. С. 626–629.
5. Бобровская А.С., Титов М.М. Изучение методов оценки надежности технологических процессов при зимнем бетонировании // Colloquium-journal. 2019. № 18-2 (42). С. 21–22.
6. Попов И.В., Медянкин М.Д., Кодзоев М.-Б.Х., Евтишкин А.А. Зимнее бетонирование // Технология и организация строительного производства. 2017. № 4. С. 15–17.

7. Гордеев-Гавриков В.К., Сысоев А.К., Сысоева Н.А. Технология зимнего бетонирования с помощью гибких нагревательных систем // Строительство-2004: материалы юбилейной Международной научно-практической конференции (01–31 января 2004 г., Ростов-на-Дону). Ростов н/Д.: Ростовский государственный строительный университет, 2004. С. 42–43.
8. Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Иноземцев В.П. Применение новых технологий электрического нагрева в процессе зимнего бетонирования // Новая наука: материалы Международной научно-практической конференции (26 декабря 2016 г., г. Стерлитамак): в 3 ч. Ч. 2. Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2016. С. 200–205.
9. Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Пакулов С.А., Главинская М.М. Анализ производства строительных работ в зимний период времени // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 6. С. 99–102.
10. Пат. № 2713729 С1, РФ. Нагревательный элемент широкого спектра применения / И.Ю. Шелехов; патентообладатель И.Ю. Шелехов; заявл.: 03.05.2018; опубл.: 07.02.2020. Бюл. № 4.
11. Vigak V.M., Tokovyi Yu.V. Construction of elementary solutions to a plane elastic problem for a rectangular domain // International Applied Mechanics. 2002. Т. 38. № 7. С. 829–836.
12. Vigak V.M., Yasinskij A.V., Yazvyak N.I. optimal control of heat of thermosensitive bodies of canonical form under restrictions for stresses in the plastic zone // Zhongnan Gongye Daxue Xuebao. 1998. Т. 29. № 5. С. 44–51.
13. Vigak V.M., Rychagivskii A.V. The method of direct integration of the equations of three-dimensional elastic and thermoelastic problems for space and a halfspace // International Applied Mechanics. 2000. Т. 36. № 11. С. 1468–1475.

REFERENCES

1. Sysoev AK. The efficacy of flexible surface heating elements. *Inzhenernyi vestnik Dona = Engineering journal of Don*. 2017;1:75. Available from: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4028> [Accessed 18th December 2020].
2. Shishkin V. Improvement of the method of winter concreting with the use of heating wires. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo = Industrial and civil engineering*. 2019;6:51–58. [https://doi.org/10.33622/0869-](https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.06.51-58)

3. Sysoev OE, Kichii ER. The factors influencing processes of calculations of winter concreting. *Regional'nyye aspekty razvitiya nauki i obrazovaniya v oblasti arkhitektury, stroitel'stva, zemleustroystva i kadaстров v nachale III tysyacheletiya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Regional aspects of the development of science and education in the field of architecture, construction, land arrangement and cadastres*

at the beginning of the III millennium: materials of the International scientific and practical conference. 29–30th November 2018, Komsomolsk-on-Amur. Komsomolsk-on-Amur: Komsomolsk-on-Amur State University; 2018. p. 342–345.

4. Vitelskaya AO, Kirsanova AA. Monolithic concreting technology in winter. *Nauka YUUrGU: materialy 71-y nauchnoy konferentsii. Seksii tekhnicheskikh nauk = Science of South Ural State University: materials of the 71st scientific conference. Section of technical sciences.* 10–12th April 2019, Chelyabinsk. Chelyabinsk: Publishing Center South Ural State University; 2019. p. 626–629.

5. Bobrovskaya AS, Titov MM. Study of methods for assessing the reliability of technological processes in winter concreting. *Colloquium-journal.* 2019;18-2(42):21–22.

6. Popov IV, Mediankin MD, Kodzoev M-BH, Evtishkin AA. Winter concreting. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva.* 2017. № 4. С. 15–17.

7. Gordeev-Gavrikov VK, Sysoev AK, Sysoeva NA. Winter concreting technology using flexible heating systems. *Stroitel'stvo-2004: materialy yubileinoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Construction-2004: materials of the jubilee International scientific and practical conference.* 01–31 January 2004, Rostov-on-Don. Rostov-on-Don: Rostov State

University of Civil Engineering; 2004. P. 42–43.

8. Shelekhov IYu, Smirnov EI, Inozemtsev VP. Application of new technologies of electric heating in the process of winter concreting. *Novaya nauka: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = New Science: Materials of the International Scientific and Practical Conference.* 26th December 2016, Sterlitamak. Sterlitamak: Editorial and publ. center AMI; 2016. p. 200–205.

9. Shelekhov IYu, Smirnov EI, Pakulov SA, Glavin-skaya MM. Analysis of construction works in winter time. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Sciences high technologies.* 2017;6:99–102.

10. Shelekhov IYu. Wide-range heating element. Pat. RF № 2713729.

11. Vigak VM, Tokovyi YuV. Construction of elementary solutions to a plane elastic problem for a rectangular domain. *International Applied Mechanics.* 2002;38(7):829–836.

12. Vigak VM, Yasinskij AV, Yazvyak NI. Optimal control of heat of thermosensitive bodies of canonical form under restrictions for stresses in the plastic zone. *Zhongnan Gongye Daxue Xuebao.* 1998;29(5):44–51.

13. Vigak VM, Rychagivskii AV. The method of direct integration of the equations of three-dimensional elastic and thermoelastic problems for space and a halfspace. *International Applied Mechanics.* 2000;36(11):1468–1475.

Сведения об авторах

Шелехов Игорь Юрьевич,
кандидат технических наук,
доцент кафедры городского
строительства и хозяйства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: promteplo@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7677-3187>

Дорофеева Наталья Леонидовна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
механики и сопротивления материалов,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉ e-mail: dorofeeva@istu.edu
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2900-6794>

Information about the authors

Igor Yu. Shelekhov,
Cand. Sci (Eng.),
Associate Professor of the Department
of Urban Construction and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: promteplo@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7677-3187>

Natalia L. Dorofeeva,
Cand. Sci (Eng.),
Associate Professor of the Department
of Mechanics and Strength of Materials,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉ e-mail: dorofeeva@istu.edu
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2900-6794>

Казазаева Анна Юрьевна,
бакалавр,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: annakazazaeva3567@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7750-3069>

Anna Yu. Kazazaeva,
Bachelor's degree,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: annakazazaeva3567@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7750-3069>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 23.12.2020.
Одобрена после рецензирования 19.01.2021.
Принята к публикации 22.01.2021.

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 23.12.2020.
approved after reviewing 19.01.2021.
accepted for publication 22.01.2021.



Особенности формирования архитектурной среды инклюзивного отдыха детского лагеря для детей с ограниченными возможностями здоровья

© С.М. Горошкина, И.Е. Дружинина

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель – выявление основных направлений развития архитектурной среды для детей с ограниченными возможностями здоровья, а также поиск возможности внедрения безбарьерной среды в образовательно-развлекательное пространство. Статистические данные о количестве детей с ограниченными возможностями здоровья могут служить обоснованием необходимости включения инклюзивных смен в учреждения отдыха детей, организации особых архитектурных и ландшафтных решений для комфортного отдыха данных детей вместе с другими. Критерии комфортного пространства для детей с ограниченными возможностями здоровья были выявлены на основе анализа психологических особенностей и особенностей развития разных нозологических групп. При таком подходе особую роль играют психологические триггеры, совместимость которых будет анализироваться в дальнейшем. Главным принципом и методом изучения внедрения «особых» архитектурных решений в общественное пространство является синергетика. С позиции синергетики любое архитектурное пространство представляет собой, в первую очередь, систему, постоянно изменяющуюся от какого-либо внешнего или внутреннего воздействия – это схоже с поведением живого организма. На основе выявленных особенностей и критериев среды для детей-инвалидов была составлена таблица с краткой характеристикой организации архитектурных пространств. Предложены варианты комфортного размещения детей в помещениях для сна и отдыха инклюзивного лагеря, исходя из социальных факторов. Изучена потребность населения Иркутской области в создании мест отдыха для детей с ограниченными возможностями здоровья. По результатам исследований установлена возможность совмещения зон для детей с разными типами инвалидности в одном пространстве, а также возможность совместного отдыха здоровых детей и детей с ограниченными возможностями здоровья. Описанными в статье методами и принципами организации пространства можно руководствоваться при проектировании инклюзивных лагерей.

Ключевые слова: инклюзивный отдых, безбарьерная среда, организация пространства, дети с ограниченными возможностями здоровья

Для цитирования: Горошкина С.М., Дружинина И.Е. Особенности формирования архитектурной среды инклюзивного отдыха детского лагеря для детей с ограниченными возможностями здоровья. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 134–143. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-134-143>

Architectural environment for an inclusive camp for children with disabilities

Sophia M. Goroshkina, Inna E. Druzhinina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The aim of this paper was to identify the main directions in the development of architectural environment for children with disabilities and to determine the possibility of implementing a barrier-free environment in the educational and recreation space. Statistical data on the number of children with disabilities can serve as a basis for justifying the introduction of inclusive camp shifts and special architectural and landscape solutions for the joint recreation of healthy children and those with disabilities. The criteria for creating comfortable conditions for children with disabilities were identified on the basis of an analysis of psychological features and developmental delays of various nosological groups. Within this approach, psychological triggers play an important role, the compatibility of which will be studied in future research. Synergy is the main principle and method for implementing specific architectural con-

cepts, from the standpoint of which any architectural space can be considered as an ever-changing system, similar to the behaviour of a living organism. The features and criteria of the environment for children with disabilities have made it possible to compile a list with a brief description of the arrangement of architectural spaces. Taking into account social factors, options for a comfortable accommodation of children in the rooms for sleeping and recreation in an the inclusive camp were proposed. The demand in the Irkutsk region for recreation facilities for children with disabilities was studied. On this basis, the possibility of combining zones for children with different types of disabilities in the same space was established. In addition, the prospects for joint recreation of healthy children and children with disabilities were revealed. When designing inclusive camps, the methods and principles of space organization described in the article can be used.

Keywords: inclusive recreation, barrier-free environment, organization of space, children with disabilities

For citation: Goroshkina SM, Druzhinina IE. Architectural environment for an inclusive camp for children with disabilities. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):134–143. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-134-143>

Введение

Число детей-инвалидов в мире растет с каждым годом. По сведениям ВОЗ, 1,4 млн детей являются необратимо слепыми, более 1 млн имеют нарушение слуха, 660 тыс. с ДЦП. В Российской Федерации, по данным статистики, число детей-инвалидов составляет 707 тыс., а это на сегодняшний день около 2% от общего количества детей в стране. По данным Росстата на 02.04.2020,

численность детей-инвалидов по Иркутской области составляет 12 800 чел. (рис. 1 и 2).

Для инклюзивного отдыха в России предназначено около 12 официально зарегистрированных лагерей. В Иркутской области 5 лагерей готовы к организации инклюзивных смен. Ощущается острая нехватка зон совместного отдыха детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и обычных детей, в том числе и в нашем регионе.

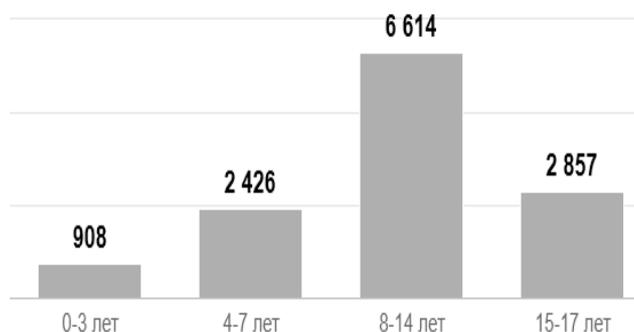


Рис. 1. Количественное соотношение детей с ограниченными возможностями здоровья по возрасту. Показатели Иркутской области

Fig. 1. The quantitative ratio of children with disabilities by age. Indicators of Irkutsk region

Детский лагерь – это особенная среда, которая погружает ребенка в тематику и информационное разнообразие смены. Дети не занимаются одной дисциплиной по расписанию, они рассматривают некую область знаний комплексно, а занятия проходят разнообразно: от тренингов до фестивалей.

В Европе совершенствуется система инклюзивного отдыха, которая в России широко не распространена. Несмотря на то, что в соответствии с Федеральным законом «О социальной защите инвалидов в Российской

Федерации» от 24.11.1995 № 181-ФЗ государство обязано оплачивать путевки детям с ограниченными возможностями здоровья, только незначительное количество лагерей и баз отдыха имеют соответствующую инфраструктуру.

Инклюзивный детский отдых – отдых, основанный на внедрении детей с ОВЗ в окружение сверстников, не имеющих отклонений здоровья. Инклюзия является значимой частью комплекса мер по интеграции людей с инвалидностью в общество.



Рис. 2. Число детей с ограниченными возможностями здоровья в Иркутской области
Fig. 2. Number of children with disabilities in Irkutsk region

Методы

На основе синтеза эмпирических и теоретических исследований разных авторов¹ [1–14] предлагаются два подхода к формированию инклюзивного отдыха детей.

Кроме основных положений об инклюзивном отдыхе в основе каждой смены должен лежать ряд правил. Например, от общего числа участников смены дети с особенностями должны составлять до 10%. Минимум 90% мероприятий должны быть проведены с участием детей-инвалидов. Количество отрядных сборов для рефлексии должно быть увеличено до трех-четырех в виде коротких брифингов в течение дня, во время которых проходит обсуждение проведенных и предстоящих мероприятий. В концепции проведения концертов и праздников важен акцент на коллективную деятельность детей.

Рассмотрим основные и вспомогательные инструменты формирования пространства для детей с ОВЗ.

Детям с нарушением сенсорных функций, а именно зрения, в распознавании окружающей среды помогают вербальные и тактильные сигналы. Это ярко выраженные текстуры и формы, температурные изменения, вибрации и прочее. Поэтому необходимо использовать материалы, отличающиеся по типу и текстуре, гасящие яркие блики, чтобы облегчить ориентацию и предотвратить травмы, устранить острые углы и минимизировать количество пре-

пятствий, но при этом философия всего проекта фокусируется на перемещении. В круговых помещениях окна должны быть расположены выше уровня глаз, чтобы обеспечить непрямо́й свет, который не будет отвлекать детей с остаточным зрением. Изменив тактильные свойства поверхностей на пути посетителей, можно обеспечить своеобразные ключи для ориентирования.

Слабослышащие и глухие дети быстро утомляются, поскольку полное восприятие информации ложится на зрительный канал. Для развития перцепции пользуются приемами разной степени обобщенности. Яркие, отчетливые, не сложные изображения – для привлечения внимания, нюансные, логичные и более сложные – для тренировки произвольного внимания, что делает пространство более разнообразным.

Для детей этой категории характерна восприимчивость к звуковым сигналам низких и инфранизких частот. Применение вибрационных сигналов может оказать существенную помощь в адаптации слабослышащих и глухих в окружающем пространстве.

Дети с задержкой психического развития в раннем возрасте четко различают только красный и синий цвета, позже к ним добавляются желтый и зеленый. Они тяжело идентифицируют разницу между белым и черным цветом. Поэтому в отделке помещений, где находятся дети с психической задержкой развития, предпочтительно использовать красные и синие цветовые сочетания для актив-

¹Философия независимой жизни. Практические шаги инклюзии / сост. Е.А. Печерских. Самара: 21 век, 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://songo63.ru/lib/wp-content/uploads/2018/03/filosofia_nezav_jizni_2015.pdf (16.01.2020);

Кузнецова Л.В., Переслени Л.И., Солнцева Л.И. и др. Основы специальной психологии: учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. М.: Академия, 2002. 480 с.;

Наумов М.Н. Обучение слепых пространственной ориентировке: учеб. пособ. М.: ВОС, 1982. 123 с.;

Староверова М.С. Инклюзивное образование. Настольная книга педагога, работающего с детьми с ОВЗ: метод. пособ. М.: Владос, 2011. 167 с.;

Лубовский В.И., Розанова Т.В., Солнцева Л.И. Специальная психология: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. 2-е изд., испр. М.: Академия, 2005. 464 с.;

Monica Ponce De Leon. How The Disabilities Act Has Influenced Architecture [Электронный ресурс]. URL: <https://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=128778558> (16.01.2020).

ной деятельности, и наоборот, сочетания белого, черного и серые оттенки главным образом применять в помещениях, предназначенных для отдыха и спокойной деятельности.

Организация пространства для детей с расстройством ума отличается своей спецификой. Апперцепция пространства у таких детей может затрудниться из-за большого количества объектов, отсутствия композиционного центра, наличия незнакомых форм, резких сценарных изменений в пространстве. Они обладают плохой координацией движений и ориентацией. При этом дети с умственными отклонениями способны распознавать простые объекты и контрастные цвета [1].

В данном случае для организации жилых зон используются простые формы, без острых углов, с минимальным набором предметов, с привычной для детей цветовой гаммой.

При переходе пространства одного помещения в другое не следует создавать цветовую или композиционную преграду, психологически негативно воздействующую на ребенка. Транзитные коммуникационные пространства (коридоры) необходимо выполнять в простых понятных формах с применением контрастных цветовых решений.

Принципы организации пространства для детей с ограниченными возможностями

Для повышения качества среды и поддержания эмоционального состояния детей с ОВЗ в детском лагере необходимо придерживаться основных архитектурных принципов, учитывающих особенности восприятия окружающего мира такими детьми.

Создание безбарьерной среды является неотъемлемой частью проектирования инклюзивного лагеря. Такое пространство должно быть интересным и привлекательным не только для детей-инвалидов, но и для здоровых детей, чтобы обеспечить качественную интеграцию.

Главной задачей архитектора или дизайнера, создающего объект для инклюзивного отдыха, является сбалансированное сочетание специальных средств и приемов с привычными для здоровых детей. Поэтому безбарьерную среду следует создавать не просто удобной и комфортной, но еще и разнообразной, насыщенной, адаптированной к условиям окружения.

С точки зрения восприятия окружающей среды у разных нозологических групп нередко бывают похожие проблемы. Можно выделить такие принципы формирования архитектурной среды, которые будут применимы для нескольких видов инвалидности одновременно, таким образом, они бы положительно влияли на каждого ребенка. Выделяют несколько основных принципов: правильный выбор цвета; игра света и тени; использование текстур и фактур; сценарии маршрутов; разнообразие пространств; контакт с живой природой; акцентирование; безбарьерная среда. Остановимся подробнее на каждом из них:

1. Использование цвета для четкой навигации и выделения элементов интерьера является первым принципом организации инклюзивного отдыха. Контрастные цвета (красный и синий, желтый и зеленый в сочетании с белым) применяются при разделении фоновых и акцентированных элементов и предметов для повышения информативности и логики пространства. С помощью цвета дети смогут лучше различать объекты, их величины, плановость, так как объекты не будут сливаться с фоном. Предметы мебели, элементы навигации, обучающие визуальные средства и игрушки должны выделяться на фоне стен. Прием равно востребован как для интерьера, так и для экстерьера. Например, на территории лагеря можно выделять пешеходные дорожки, ведущие к разным объектам, элементы благоустройства на фоне зеленых насаждений, фиксировать цветом дверные проемы на фоне стен зданий.

2. Свет и тень способствуют формированию у детей с ОВЗ точек притяжения, выявляют особо важные зоны. Свет способствует положительному настроению и влияет на активность человека. Им выделяют важные ориентиры в пространстве помещения или на улице.

Зоны для игр или праздников, наполненные светом, повышают внимание, умственную и физическую активность. Общественные здания лагеря, например столовая или клуб, спортивное сооружение, могут выделяться формообразованием в общей концепции архитектурно-планировочной организации территории и являться основными ориентирами в пространстве среды.

Создание узоров на поверхностях, увлекательных сюжетов, которые можно distraивать в воображении, игра света и тени помогают разнообразить мир детей с ограниченными возможностями.

3. Использование рельефных поверхностей и разных фактур в пространствах общих помещений и на территории лагеря необходимы для организации отдыха детей с нарушением зрения. Применение рельефной тактильной навигации маршрутов, дублирование надписей шрифтом Брайля, создание альтернативных игровых осязательных площадок поможет таким детям лучше ориентироваться в окружающей среде. С другой стороны, элементы безбарьерной среды инклюзивного лагеря должны логично продолжать привычные для детей с нарушениями зрения приемы тактильной навигации из повседневной жизни.

4. Организация маршрутов перемещения внутри зданий и на территории лагеря важна для детей с отклонениями в психике. Дети с ограниченными возможностями здоровья подвержены частым изменениям психического состояния, поэтому пересечение большого потока людей в одном месте может привести к панической атаке и стрессу ребенка, оказавшегося внутри активного движения. Разделив движение на потоки с помощью зонирования, можно создать для ребенка в нестабильном эмоциональном состоянии буферную зону и возможность беспрепятственного перемещения.

5. Многообразии пространств, где находятся дети (простых и более сложных, наполненных и свободных, с акцентными элементами и без них, светлых и с приглушенным освещением, ярких и в спокойных тонах) позволяет разным группам детей найти свою комфортную зону пребывания. В условиях детского лагеря, деятельность которого направлена на образование, отдых и развлечение детей, нужно предусматривать несколько разных по виду деятельности пространств. Для эмоциональной разгрузки и изучения чего-либо ребенку требуется простое, спокойное пространство, где он сможет сосредоточиться или психологически отдохнуть. А для активной деятельности подойдет насыщенное цветом и объектами пространство [1].

6. Взаимодействие с живой природой оказывает положительный эффект на эмоциональное и психофизическое состояние детей. Особенно благоприятно на детей с различными заболеваниями влияет вода. Синтез архитектуры и природы в виде зеленых «островков», фонтанов и бассейнов, зеленых и живых уголков внутри зданий и

на территории лагеря, панорамные окна с видом на природный ландшафт в основном решают эту задачу. Такие зоны должны обеспечивать проведение познавательных, развивающих и реабилитационных занятий, стимулировать самопознание и изучение устройства мира, способствовать творчеству детей всех категорий.

7. Организация системы четких и понятных ориентиров в виде акцентов: контрастных элементов и центров композиции пространства, благодаря которым детям легче ориентироваться в пространстве и воспринимать общую картину [1]. Для четкой ориентации на территории лагеря для детей с отклонениями развития нужны явные доминанты. Поскольку дети с ОВЗ лучше всего воспринимают пространство с четким композиционным центром, акценты должны быть логично расположены и просматриваться с любой точки территории. Такими ориентирами могут быть высокие яркие флаги на основных зданиях и флагштоки, характерная форма крыши зданий, деревья-солитеры с ярко выраженной формой кроны, стела, скульптура или другая вертикальная композиция малых форм, элементов благоустройства территории.

8. Вся территория лагеря и устройство планировки зданий для инклюзивного отдыха должны соответствовать всем нормативам безбарьерной среды, действующим сегодня в Российской Федерации. Эти требования в детских учреждениях должны соблюдаться особенно тщательно и могут быть реализованы различными способами, быть яркими и привлекательными, не вызывать стеснения и отторжения у детей с ОВЗ. Дети с ОВЗ часто имеют ярко выраженные проблемы личностного характера, чаще обычных детей подвержены депрессиям, поскольку видят разницу между собой и здоровыми детьми. Специальные средства мобильности этих детей должны стать нормой общества, поэтому их дизайн должен быть переосмыслен и проработан. В детском лагере по такому принципу можно создавать разнообразные пандусы из необычных материалов, тропинки со специальным покрытием, которое может быть цветным, фактурные стены зданий, инновационные детские площадки и многое другое. Это нужно для того, чтобы дети с ОВЗ могли лучше адаптироваться в социуме [1]. Перечисленные архитектурные решения могут включаться в общественные пространства, взаимодействовать друг с другом и интегрироваться с окружением, становясь нормой для общества. Отдельные примеры представлены в таблице.

Организация архитектурных пространств для психологической ориентации детей с ограниченными возможностями здоровья

Organization of architectural spaces for psychological orientation of children with disabilities

| Принципы формирования архитектурной среды | Реализация | Примеры |
|---|---|---|
| Цвет | Применение контрастных цветов (красного, синего, жёлтого, зеленого в сочетании с белым) для ориентации в пространстве |  |
| Свет и тень | Формируются точки притяжения и подчеркиваются особо важные зоны |  |
| Фактура | Использование рельефных поверхностей и разных фактур |  |
| Маршрут | Два сценария передвижения в пространстве (для активного и пассивного) |  |

Продолжение таблицы

| Принципы формирования архитектурной среды | Реализация | Примеры |
|---|--|---|
| <p>Тип пространства</p> | <p>Простые лаконичные формы с неяркими цветовыми решениями и сложные с насыщенной палитрой цвета</p> |  |
| <p>Элементы природы</p> | <p>Внедрение зеленых «островков» и водоемов в объемное пространство</p> |  |
| <p>Доминанты и акценты</p> | <p>Ориентиры в виде акцентов</p> |  |
| <p>Дизайн</p> | <p>Осмысление дизайна специальных средств</p> |  |

Результаты и их обсуждение

На сегодняшний день в России для отдыха детей с ограниченными возможностями здоровья используются узкоспециализированные учреждения, не способствующие социализации и полноценной реабилитации. С другой стороны, такая сегрегация не способствует формированию толерантного отношения сверстников к детям с ОВЗ. Можно выделить два основных сценария организации инклюзивного отдыха детей: совмещение помещений для отдыха и проживания здоровых детей и детей с ОВЗ в одном блоке; разделение здоровых детей и детей с ОВЗ по разным блокам с общими пространствами для приема пищи, спорта и других функций. В случае, когда помещения для отдыха и проживания располагаются в одном блоке, нужно разбить блок на две части таким образом, чтобы в одной проживали здоровые дети в стандартных комнатах, а в другой дети с ОВЗ в специализированных комнатах с постоянным наблюдением. Такой вариант благоприятнее всего скажется на интеграции и социализации детей. Также с экономической точки зрения данный сценарий является менее затратным.

Другим вариантом может быть размещение детей в разных блоках. Один блок предназначен для здоровых детей, он же самый большой, а в другом блоке проживают и отдыхают дети с ОВЗ. Однако в таком случае мы неминуемо сталкиваемся с сегрегацией. Чтобы избежать такой проблемы, важно предусмотреть блок для общего пребывания детей, например клуб-столовая или кружковые помещения. В дополнение к этому, блоки для детей с ОВЗ не должны быть отчужденными в схеме общей застройки и отличаться визуально. Рассматривая особенности организации пространств, можно заметить, что детям с нарушением слуха комфортней и интересней находится в сложном, разнообразном пространстве, а детям с расстройством ума, напротив, важна простота и логичность. Поскольку требования к пространствам для детей с нарушением слуха и детей с расстройством ума являются конфликтующими, при проектировании зданий для общего их пребывания лучше предусмотреть несложные коммуникации (коридоры и холлы), но с разнообразными текстурами, что также будет полезно и для слабовидящих детей. Игровые зоны в таком случае лучше разделить. Отдельные же помещения для длительного пребывания (кружковые помещения, учебные аудитории) должны отвечать конкретным требованиям для каждой группы по нозологии. Если обратить внимание на особенности слабовидящих детей, то стандартные окна в помещениях могут причинять им дискомфорт, поэтому окна нужно размещать выше уровня глаз ребенка. В аудиторных и кружковых помещениях для совместных занятий детей с ОВЗ данная особенность допустима, если освещенность комнаты при таком расположении окон будет соответствовать нормам. С другой стороны, чтобы не лишать других детей полезного панорамного вида на зеленые насаждения, можно поделить аудиторию на две световые зоны таким образом, чтобы свет из панорамных или обычных окон не мешал детям с нарушением зрения.

Таким образом, несколько особенностей формирования пространства можно совместить в одном помещении.

Заключение

Проведя исследования в области организации пространств для детей-инвалидов, можно сделать вывод, что в России и в Иркутской области включительно не хватает учреждений совместного развития и отдыха детей с ограниченными возможностями здоровья. Растущее число детей с ОВЗ усугубляет проблему. Создание комфортной среды для инвалидов – это сложный, требующий внимания к деталям, процесс. Все архитектурные решения напрямую зависят от разнообразия диагнозов и их особенностей. Работа с такими пространствами не должна сводиться к скучным серым формам, поскольку доступную среду можно и нужно рассматривать как полноценный предмет архитектурного проектирования с интересными и яркими деталями. С созданием среды по предложенным сценариям у детей с ОВЗ появится возможность общаться со сверстниками и реализовывать свои интересы в расширенном комфортном сообществе. Это поможет особенным детям чувствовать себя полноценными и самостоятельными, а окружающим не оставаться отстраненными от проблем общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хазиахметова Е.В., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Принципы организации архитектурного пространства для детей с ограниченными возможностями // Известия КГАСУ. 2018. № 4 (46). С. 143–151.
2. Басангова Б.М. Классы инклюзии во Франции // Логопед. 2019. № 1. С. 49–52.
3. Танцюра С.Ю. Работа с детьми с ОВЗ в ус-

ловиях школьного обучения: опыт Франции // Логопед. 2019. № 1. С. 87–91.

4. Горностаев И.С., Бажибина Н.В. Особенности взаимодействия младших школьников с нарушением слуха и их сверстников с сохранным слухом // Логопед. 2019. № 1. С. 84–87.

5. Бондарькова Ю.А. Сравнительное изучение динамики развития детей раннего возраста в зависимости от социальной ситуации // Дефектология. 2019. № 1. С. 14–21.

6. Афонькина Ю.А. Социальные проблемы инклюзивного образования лиц с ОВЗ, инвалидностью: монография. Мурманск: Изд-во Мурманского арктического государственного университета, 2018. 108 с.

7. Кателина А.А., Радченко Г.В. Специальное дефектологическое образование. Возможности организации инклюзивных смен в детском загородном лагере // XX юбилейные Царскосельские чтения: мат-лы междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 20–21 апреля 2016 г.). Санкт-Петербург, 2016. С. 251–254.

8. Овчинников В.В., Лосева Н.Г., Стронина В.Д., Вязовкина М.В., Зинькевич И.П., Костина И.Л. [и др.]. Инклюзия в детском от-

дыхе. М.: Aegitas, 2018. 180 с. [Электронный ресурс]. URL: http://ok-56.ru/uploads/files/2019/04/02/kniga-inklyuziya-v-detskom-otdyhe-pdf_1554145505.pdf (16.01.2020).

9. Плаксина Л.И. Теоретические основы коррекционной работы в детских садах для детей с нарушением зрения. М.: Город, 1998. 240 с.

10. Боскис Р.М. Глухие и слабослышащие дети. М.: Советский спорт, 2012. 304 с.

11. Boys J. Doing Disability Differently: an Alternative Handbook on Architecture, Dis/Ability and Designing for Everyday Life. Routledge, 2014. 234 p. <https://doi.org/10.4324/9781315777559>

12. Ермолаев Д.В., Захарова И.Ю. Средовой подход в работе с детьми с нарушениями развития эмоциональной сферы // Особый ребенок: исследования и опыт помощи. 2011. Вып. 5. С. 9–33.

13. Fredriksson J. Norm-creative Visualization in Urban Development // Research Project, 2016–2019. URL: <https://research.chalmers.se/en/project/7445> (16.01.2020).

14. Гайдук А.Р. Формирование образа зданий медицины // Academia. Архитектура и строительство. 2015. Вып. 4. С. 86–91.

REFERENCES

1. Khaziakhmetova EV, Akhtiamov II, Akhtiamova RKh. Principles of architectural space organization for children with disabilities. *Izvestiya KGASU = News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2018;4(46):143–151. (In Russ.)

2. Basangova BM. Classes of inclusion in France. *Logoped*. 2019;1:49–52. (In Russ.)

3. Tantsyura SYu. Working with children with disabilities in school conditions: the experience of France. *Logoped*. 2019;1:87–91. (In Russ.)

4. Gornostaev IS, Bazhibina NV. Working with children with disabilities in school conditions: the experience of France. *Logoped*. 2019;1:84–87. (In Russ.)

5. Bondar'kova YuA. Comparative study of dynamics of early age children development depending on social situation. *Defektologiya*. 2019;1:14–21. (In Russ.)

6. Afon'kina YuA. Social problems of inclusive education of persons with disabilities: monograph. Murmansk: Murmansk Arctic State University, 2018. 108 p. (In Russ.)

7. Katelina AA, Radchenko GV. Special defectological education. Opportunities for organizing inclusive shifts in a children's country camp. *XX yubileinye Tsarskosel'skie chteniya: mat-ly mezhdunar. nauch. konf.* 20–21st April 2016,

Sankt-Peterburg. Sankt-Peterburg, 2016. p. 251–254. (In Russ.)

8. Ovchinnikov VV, Loseva NG, Stronina VD, Vязovkina MV, Zin'kevich IP, Kostina IL, et al. Inclusion in children's recreation. Moscow: Aegitas; 2018. 180 p. Available from: http://ok-56.ru/uploads/files/2019/04/02/kniga-inklyuziya-v-detskom-otdyhe-pdf_1554145505.pdf [Accessed 16th January 2021]. (In Russ.)

9. Plaksina LI. Theoretical foundations of correctional work in kindergartens for children with visual impairments. Moscow: Gorod; 1998. 240 p. (In Russ.)

10. Boskis RM. Deaf children with hearing impairment. Moscow: Sovetskii sport; 2012. 304 p. (In Russ.)

11. Boys J. Doing Disability Differently: an Alternative Handbook on Architecture, Dis/Ability and Designing for Everyday Life. Routledge, 2014. 234 p. <https://doi.org/10.4324/9781315777559>

12. Ermolaev DV, Zakharova IYu. An environmental approach in working with children with developmental disorders of the emotional sphere. *Osobyi rebenok: issledovaniya i opyt pomoshchi*. 2011;5:9–33. (In Russ.)

13. Fredriksson J. Norm-creative Visualization in Urban Development. *Research Project*, 2016–2019. Available from: <https://research.chalmers.se/en/project/7445> [Accessed 16th January 2021].

14. Gajduk AR. Formation of the Image of Medical Buildings. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo = Academia. Architecture and construction*. 2015; 4:86–91. (In Russ.)

Сведения об авторах

Горошкина София Михайловна,
студент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: sonya-gor@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8321-0817>

Дружинина Инна Евгеньевна,
доцент, профессор кафедры архитектурного
проектирования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: irk.allegro.id@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0602-4364>

Information about the authors

Sophia M. Goroshkina,
Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: sonya-gor@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8321-0817>

Inna E. Druzhinina,
Associate Professor,
Professor of the Department
of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: irk.allegro.id@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0602-4364>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 23.12.2021.
Одобрена после рецензирования 19.01.2021.
Принята к публикации 21.01.2021.

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 23.12.2021.
Approved after reviewing 19.01.2021.
Accepted for publication 21.01.2021.



Законодательные основы архитектурно-строительной деятельности в первой половине XIX в.

© М.В. Золотарева

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

Резюме: Рассматривается период, связанный с реформами государственного управления и кодификацией правовых норм в первой половине XIX в. Цель – выявление результативности новой формы правовых актов – Свода законов. Рассматривается влияние этого документа на практику контроля над строительством на различных уровнях власти. Исследование базируется на анализе документов, представленных в Сводах законов, вышедших в 1832 и 1842 гг., ставших основными законодательными актами в области проектирования, контроля и строительства всех типов зданий, а также в смежных областях строительной и планировочной деятельности первой половины XIX в. В результате проведенного исследования было установлено, что реформы второй половины XIX в. изменили государственную политику контроля гражданской строительной части, одновременно способствовали совершенствованию нормативных документов по развитию территорий, управлению архитектурно-строительным комплексом, регулированию архитектурно-строительной деятельности, развитию городского хозяйства, транспорта, промышленности и т.п. Архитектурно-строительная деятельность, традиционно находящаяся под пристальным вниманием государственной власти, приобретает в это время не только орган центрального управления, но и пакет законодательных актов, собранных в Свод законов, ставший правовой основой архитектурно-строительной деятельности для всех уровней власти и всех видов собственности. Введение новых форм управления архитектурно-строительным комплексом, а также сбор воедино разрозненных правовых документов, начиная с середины XVIII в., создали почву для эффективной работы вертикали власти в части управления, регулирования, контроля, осуществления строительных мероприятий, надзора за строительством и т.п. Одновременно это способствовало приращению необходимых зданий казенной и общественной (городской) собственности.

Ключевые слова: управление архитектурно-строительным комплексом, Свод законов, Устав строительный, архитектура и градостроительство первой половины XIX в.

Для цитирования: Золотарева М.В. Законодательные основы архитектурно-строительной деятельности в первой половине XIX в. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 144–153. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-144-153>

Legislative foundations of architectural and construction activity in the first half of the 19th century

Milena V. Zolotareva

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia

Abstract: The article considers the time period associated with the government reforms and the codification of legal rules in the first half of the 19th century. The purpose of the work is to identify the performance of a new form of legal acts called the Code of Laws. The influence of this document on the supervision of construction at various levels of government is considered. The basis of the research is a study of the documents presented in the Code of Laws published in 1832 and 1842. In the first half of the 19th century, these documents became the main legislative acts in the design, control and construction of all types of buildings, as well as in related areas of construction and planning. The conducted research revealed that the reforms of the second half of the 19th century changed the state control policy in the field of civil construction, at the same time as contributing to the improvement of regulatory documents on the development of territories, management of architectural and construction complexes, regulation of architectural and construction activities, development of urban economy, transport, indus-

try, etc. At that time, architectural and construction activities, having been traditionally kept under close surveillance of the state authorities, acquired not only a central government body, but also to a set of legislative documents specified in the Code of Laws. This Code became a legal framework for architectural and construction activities at all levels of government and all types of property. The introduction of new forms of management of architectural and construction complexes, as well as the integration of legal documents, since the middle of the 18th century, created the foundation for the effective work of the vertical integration in terms of management, regulation, control, implementation of construction activities, supervision of construction, etc. Simultaneously, this contributed to the growth of the necessary buildings of state and public (city) property.

Keywords: management of the architectural and construction complex, Code of Laws, Building Charter, architecture and urban planning of the first half of the XIX century

For citation: Zolotareva MV. Legislative foundations of architectural and construction activity in the first half of the 19th century. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):144–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-144-153>

Введение

Реформы государственности в первой половине XIX в. были связаны с созданием законодательной базы во всех ее отраслях, с преобразованием государственной системы управления, с определением правового положения административно-территориальных и местных (земских и городских) образований.

В свою очередь, эти процессы оказали влияние на поиск рациональных форм регулирования архитектурно-строительного процесса, а также управления архитектурно-строительным комплексом.

Фундаментом этого процесса должен был стать свод законов, объединивший в себе разрозненные законодательные акты, изданные со второй половины XVIII в. В некоторых случаях актуальными оставались и законы XVII и первой половины XVIII вв.

В статье последовательно рассматриваются своды законов, регулирующие строительную инициативу на местах, архитектурно-строительный процесс в целом, контролирующую и надзорные функции органов власти.

Методы

Базу исследования составили законодательные документы первой половины XIX в., явившиеся базой создания правового источника регулирования архитектурно-строительного процесса всех его составляющих.

Кроме этого, был сделан сравнительный анализ сводов законов, вышедших в 1832 и 1842 гг. Эти документы зафиксировали последовательную смену управления архитектурно-строительным комплексом «александровского» и «никлаевского» периодов правления [1, с. 28]. Наряду с изучением за-

конодательной базы как нормативной основы данного процесса [2, с. 35], были проанализированы картографические [3, с. 95] и библиографические источники, касающиеся развития городов во второй половине XIX в. Это позволило констатировать изменения, произошедшие в сфере их строительства и благоустройства, по сравнению с последней четвертью XVIII в. [4, с. 121].

Результаты и их обсуждение

В первой половине XIX в. вышел в свет Свод законов Российской Империи, ставший основополагающим документом для отраслевых норм права, регулирующим основные виды строительной деятельности.

Документы, касающиеся архитектурно-строительного процесса в государстве, нашли свое отражение в трех разделах Свода законов [5, с. 6]. Группируя работы по управлению архитектурно-строительным комплексом и регулированию строительной деятельности, можно выделить следующие направления:

- регулирование отношений в области градостроительства и землепользования (в том числе межевое законодательство);
- принципы управления архитектурно-строительной деятельностью и сферой городского благоустройства и хозяйства;
- выработка механизмов правового регулирования в транспортной и промышленной областях (рисунок).

Устав строительный входил в Свод уставов государственного благоустройства и являлся его пятой частью.

В таблице представлены фрагменты Сводов законов, регулирующие деятельность гражданского архитектурно-строительного комплекса и дополняющие Положения Устава строительного. Кроме этого, отдельным блоком представ-

лены законодательные документы, определяющие полномочия органов власти различных уровней в процессе инициирования, регулирования и контроля архитектурно-строительного процесса в государстве.

Эти вопросы освещались в сводах законодательных актов государственных и губернских учреждений, уставах о повинностях (рекрутской и земских) и некоторых других.



Документы, составляющие правовую базу регулирования архитектурно-строительного процесса
Documents that make up the legal framework for regulating the architectural and construction process

Устав строительный

Этот документ являлся основным законодательным законом, действующим на всех уровнях управления гражданской строительной части, а также определяющим правовые нормы непосредственно в части проектирования и строительства.

Кроме этого, устав формулировал правила благоустройства, хозяйственной деятельности, организации транспортной сети в населенных пунктах. Семь разделов устава строились следующим образом.

Фрагмент раздела свода законов, дополняющего Устав строительный
Fragment of the section of the Code of Laws supplementing the Construction Charter

| Свод законов | Часть свода | Нормативные документы |
|---|-------------|---|
| Свод законов казенных и межевых | 2 | Закон межевой |
| Свод казенного управления | 3 | Устав горный |
| Свод уставов Государственного благоустройства | 3 | Постановления о фабричной, заводской и ремесленной промышленности |
| | 4 | Учреждения и уставы путей сообщения |
| | 4 | Устав пожарный |
| | 5 | Постановления о благоустройстве в городах и селениях |

В первом разделе определялась государственная политика управления строительством, обозначались правительственные органы управления архитектурно-строительным комплексом, функции учреждений, отвечавших за строительство в городах, краях и губерниях особого управления: городах-столицах Санкт-Петербурге и Москве [6, с. 249], Закавказском крае, Ставропольской губернии, Сибири и т.п.

Следующие разделы касались правил ведения проектирования и строительства, а также порядка согласования проектов различных типов зданий и сооружений:

- казенные здания;
- здания церковные, включающие правила строительства православных и иноверческих храмов;
- общественные здания;
- устройство улиц, площадей, мостов и тротуаров;
- частные здания в городах;
- строения в селениях.

В каждом таком разделе были приведены не только правила проектирования и строительства, но и правила составления смет, вопросы и порядок согласования [7, с. 108]. Для казенных объектов определялся порядок контроля финансовых документов и производства работ на всех этапах: от закупки материалов до сдачи сооружений в эксплуатацию.

Первый Устав строительный объединил в себе законодательные положения как XVIII, так и начала XIX вв. При этом можно сказать, что в некоторых случаях законодательство XVIII в. оказывалось базовым¹. Так, в указах, касающихся обязанностей губернского начальства и полиции в сфере благоустройства, строительства и дорожного хозяйства, даются, например, ссылки на Устав благочиния 1782 г.; в указах, касающихся обязанностей городского общества по осуществлению контроля над благоустройством и строительством на городской территории, основополагающим являлось «екатерининское» Городовое положение 1785 г.; в указах, требующих соблюдения пожарной безопасности и обеспечения прочности новых зданий, действовали еще некоторые положения петровского времени; в указах, регулирующих строительство культовых соору-

жений, а также в общих указах по строительству в городах и селениях.

В первом разделе Устава строительного, определявшем государственную политику управления архитектурно-строительным комплексом, были собраны правоустанавливающие документы, выпущенные с начала XIX в. [8, с. 16]. В этот период происходило реформирование не только управления строительством, но на «новых основах» проходила перестройка всего управленческого механизма в России. Основными документами в этой сфере стали Положения «Учреждения министерств» 1802 и 1811 гг.

Управление строительной сферой было возложено на Министерство внутренних дел. В течение 20-ти лет шла выработка рациональной структуры регулирования строительной отрасли. Кроме этого, необходимо было сформировать работоспособные органы этой отрасли на уровне ведомств, а также в губерниях и городах.

Устав строительный 1832 г. зафиксировал характер архитектурно-строительного регулирования России «александровской» эпохи, опыт которой показал необходимость новой перестройки управления строительной частью². Шесть продолжений Строительного устава, вышедших в течение 10-ти лет, показывают кропотливую работу законодателей по построению управления ведомства на новых началах. В 1842 г. был выпущен новый Устав строительный.

Каковы же различия между документом 1832 г. и вышедшем спустя 10 лет?

Основным отличием является изменение управленческого аппарата архитектурно-строительного комплекса 1842 г. (это положение было зафиксировано еще в первом Продолжении устава). В Уставе строительном 1842 г. центральным органом, управляющим строительством в государстве, значилось Главное управление путей сообщения и публичных зданий (ГУПСИПЗ). В соответствии со сменой центрального управления была изменена структура органов, рассматривающих документы и выдающих разрешение на строительство. В МВД эту функцию выполнял Строительный комитет при Департаменте городского хозяйства. В ГУПСИПЗ рассмотрением проектов смет занималось Главное управление комиссии проектов и смет. В этом ведомстве была организована еще одна структура, проводящая ревизию технических отчетов, поступающих с мест.

¹Свод законов Российской Империи повелением имп. Николая Павловича составленный. Изд. 1832. Т. 12, Ч 4. СПб., 1932. 677 с.

²Белецкая Е., Крашенинникова Н., Чернозубова Л., Эрн И. «Образцовые» проекты в жилой застройке русских городов XVIII–XIX вв. Академия строительства и архитектуры СССР, Ин-т истории и теории архитектуры. М.: Госстройиздат, 1961. С. 98.

Естественно, изменениям подверглись и губернские строительные органы. В случае управления МВД при губернских правлениях создавались строительные экспедиции. С изменением управления в губерниях создавались особые строительные и областные строительные комиссии с подчинением соответствующим округам ГУПСИПЗ, образованным еще в первое десятилетие XIX в. для управления строительством путей сообщений. Это позволяло оперативно реагировать на вопросы, не требующие рассмотрения в центральном управлении.

В документе 1842 г. появилось добавление к главе «О строительном капитале». Был добавлен раздел, регламентирующий порядок составления требования необходимых сумм для строительства и ремонта зданий (росписи суммам строительным) и раздел «О приеме, выдаче и свидетельстве строительных сумм». Основным в этом разделе является ведение строгого контроля и отчетности по расходованию капитала, выделяемого для строительства казенных зданий. Кроме контроля отчетности по расходованию денежных средств, производители работ должны были вести и техническую отчетность, которая проверялась строительными комиссиями. В контроль технической отчетности входили сведения о том, «что постройка произведена согласно утвержденными на оную сметами и чертежами». Эти разделы были дополнены указами, вышедшими в 1840 г., например «О правилах денежной отчетности по Главному управлению путей сообщения».

Следует отметить, что система контроля и регулирования строительной деятельности, введение финансовой дисциплины, определенной ГУПСИПЗ, позволила эффективно заниматься строительством казенных зданий и сооружений, преодолеть авральные ситуации начала XIX в.

В главу, касающуюся частного строительства в городах Устава строительного 1842 г., вошли разделы «О правилах, наблюдаемых в Санкт-Петербурге», «О правилах, наблюдаемых в Москве» (1836 г.) и «О правилах, наблюдаемых в губернских и уездных городах. Они были написаны на основании соответствующих указов «О постройке обывательских домов на маломерных местах», «О распространении на Московскую столицу облегчительного постанов-

ления по постройке обывательских домов на маломерных местах» (1833 г.).

Кроме того, к Уставу строительному 1842 г. в разделе приложения было приведено «Положение об Архитектурном училище». Организация этого учебного заведения решала задачу пополнения кадров архитекторов и их помощников на местах.

Нельзя не привести слова Г.В. Барановского, исследователя законодательных основ архитектурно-строительной деятельности, писавшего о различиях двух уставов, вышедших в первой половине XIX в.: «если первый устав представлял по своей сути ведомственный регламент Министерства внутренних дел, то Устав 1842 г. приобрел более общее значение»³.

Рассмотрим последовательно уставы, относящиеся к другим отраслям деятельности, но тем не менее связанные с вопросами благоустройства, архитектуры и градостроительства.

Устав пожарный

Предотвращение пожаров и пожарная безопасность были постоянной заботой Правительства, поэтому данный устав стал составной частью свода Устава государственного благоустройства. Его главы включали следующие положения:

- организация управления пожарной части;
- меры предотвращения возгораний;
- меры по тушению пожаров;
- расследование причин пожаров;
- компенсация убытков, причиненных пожаром.

В контексте общего реформирования государственного управления в начале XIX в. образованию подверглась и пожарная часть. Она стала управляться централизованно Департаментом исполнительной полиции, входившим в Министерство внутренних дел. Пожарная безопасность относилось к первому отделению Департамента. Ему предписывалось заниматься «правильным течением дел в губернских, уездных и городских правительственных и полицейских местах». Туда же поступали дела «учреждения и содержания городской стражи и пожарных команд»⁴. Уже из этого можно видеть, что, став централизованной, пожарная часть на местах была организована в соответствии с указами, вышедшими еще в XVIII в.

Например, раздел «О мерах предосторожности от огня» содержит еще петровские указы «на дворах и улицах огней не разводить», «на черда-

³Барановский Г.В. Судьбы русского законодательства // Зодчий. 1892. № 1-2. С. 102.

⁴Свод законов Российской Империи повелением имп. Николая Павловича составленный. Изд. 1832. Т. 12. Ч. 4. СПб., 1932. 677 с.

ках домов и других удобных местах иметь чаны с водою», «наблюдать, чтобы трубы дымовые были чистимы ежедневно, а печи осматривались почасту» и т.д.⁵

Этот устав непосредственно связан с Уставом строительным. Преимущественно обеспечение пожарной безопасности являлось важной частью проектов зданий и ведения нового строительства в городах, поэтому Устав пожарный в этом случае указывал на необходимость соблюдать Устав строительный: «всяко строение, как в городах, так и в селениях, как казенное, так и общественное и частное, должно быть выстроено и содержимо с соблюдением всех предосторожностей, для каждого из оных от пожарных случаев в Строительном Уставе постановленных»⁶ [6, с. 52]. Эти требования значились в главе 3 «Общие правила построения в городах». В 1838 г. Правительством были приняты «Особые правила в предостережении от пожаров, принятые для Санкт-Петербурга», этот документ нашел отражение уже в Уставах пожарных 1852 и 1857 гг.

Свод Постановлений о благоустройстве городов и сел

В Уставе строительном можно найти параграфы, посвященные строительству в городах и селениях, при этом строительство в селениях выделено в отдельный раздел. Однако законодатель дополнительно группирует указы о благоустройстве и организации среды населенных мест.

Этот свод относился к пятой части свода государственного благоустройства и состоял из трех книг [6, с. 2]:

- постановления о городском и сельском хозяйстве;
- свода постановлений об особенном надзоре и попечении о благоустройстве в казенных селениях;
- свода постановлений об иностранных колониях.

Этот документ также был тесно связан с Уставом строительным, определяющим технически-строительные правила. Свод постановлений о благоустройстве городов в основном содержал правительственные распоряжения, обозначавшие круг обязанности органов управления на местах в деле благоустройства.

Эта область включала вопросы по строительству, обеспечению пожарной безопас-

ности, строительству и ремонту дорог [9, с. 73].

В это время еще продолжало действовать Городовое положение 1785 г. Поэтому компетенция местных органов управления и подходы к решению этих вопросов в основном определялись еще «екатерининским» документом [10, с. 82].

В начале XIX в. было издано не так много документов в этой части, при этом все издаваемые являлись лишь дополнением и развитием Городового положения 1785 г., согласно которому местное управление, в том числе и в области благоустройства, осуществляли городские думы или ратуши, которые, в свою очередь, контролировались начальниками губерний.

Осуществлять благоустройство территорий местные органы власти должны были за счет бюджета города, средств в котором катастрофически не хватало [11].

Свод учреждений и уставов путей сообщения

Это еще один свод, изданный в 1832 г., и входящий в Свод уставов государственного благоустройства. Он в некотором смысле пересекался с предыдущим сводом. Свод учреждений и уставов путей сообщения 1832 г. определял политику государства в части дорожного строительства в целом (водные и сухопутные пути сообщений) и благоустройства дорожного хозяйства в городах.

Анализируя данный свод, можно выделить правовые акты, относящиеся и к Уложению 1649 г., и к XVIII в. Однако большой блок законов является результатом перестройки центрального органа управления этой отрасли – Главного управления путей сообщения. В данном случае определяющими документами стали «Учреждения об управлении водяными и сухопутными сообщениями» 1809 г. и «Общее учреждение министерств» 1811 г. Они задали определенную вертикаль по управлению отраслью на различных уровнях: Главное управление – окружное правление – губернское начальство [12]. Эта вертикаль в дальнейшем получает свое развитие в связи с происходящими изменениями в государственном управлении гражданской строительной частью, т.е. если в первой трети XIX в. управление было сосредоточено на путевом хозяйстве, то с 1830-х гг. сфера управления была распространена и на общестроительные вопросы гражданского ведомства. Эти изменения нашли отражение уже в

⁵Воскресенский Н.А. Законодательные акты Петра I. Редакции и проекты законов, заметки, доклады, челобитья и иностранные источники. Акты о высших государственных установлениях. Т. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 132 с.

⁶Свод законов Российской Империи повелением имп. Николая Павловича составленный. Изд. 1832. Т. 12. Ч 5. СПб., 1932. 107 с.

Своде 1842 г. [11].

В своде содержались следующие положения⁷:

- правила отвода земли для строительства дорог;
- механизм выделения средств для устройства дорог, относящихся к Главному управлению путей сообщения;
- характер финансирования дорог, относящихся к местным (губернским, городским) органам власти;
- обязанности органов, на которые возложена охрана путей сообщения;
- порядок взыскания за ненадлежащее состояние дорог;
- правила составления проектов и смет, порядок их рассмотрения и утверждения;
- порядок отчетности по осуществленным строительным мероприятиям.

Свод постановлений о фабричной, заводской и ремесленной промышленности

В Уставе строительном существует раздел, касающийся размещения промышленных предприятий в городах. Можно сказать, что этот свод уточняет положения, изложенные по этому вопросу в Уставе строительном.

Свод постановлений о фабричной, заводской и ремесленной промышленности, изданный в 1832 г., стал четвертой частью свода государственного благоустройства. В нем давались правила устройства промышленных предприятий в населенных пунктах. Эти правила должны были обеспечивать экологическую и пожарную безопасность [13].

Основная ответственность возлагалась на местные органы власти. Это подтверждают документы, входящие в этот свод. Определяющими в данном случае стали законы XVIII в., а также начала XIX в. Это «О бытии фабрик и заводов по-прежнему в ведении губернских начальств» 1804 г. [14, с. 268] и «Общий наказ гражданским губернаторам» 1837 г.⁸ Последний закон вошел уже в Свод 1857 г.

Свод Устава горного

Этот документ включил в себя, наряду со специальными вопросами, положения, которые делали его составной частью архитектурно-строительного законодательства [14]. К ним относятся следующие:

- правила управления горными городами

и отвода земли для них;

- правила размещения заводов в городах;
- проектирование и согласование планов новых городов и развитие существующих;
- размещение участков общественной и частной собственности, участков для строительства богоугодных заведений, госпиталей и т.п.
- положения относительно недвижимой заводской собственности и земельных отводов для них;
- законы, касающиеся проведения благоустройства в горных округах и поселениях и др.

Этот документ дополняет Устав строительный, рассматривая вопросы строительства и благоустройства на территориях ведомственной принадлежности.

Свод законов межевых

Последний рассматриваемый нами свод входил в Свод законов казенных и межевых. Он был выпущен 1 января 1835 г. Данный свод является важнейшим в ряду прочих законов, связанных с архитектурой и строительством. Можно сказать, что межевая часть решает вопросы, связанные с расселением, землепользованием и развитием территорий; фиксацией границ городов и пригородов; определением функциональных зон, различного характера хозяйствования; определения владельческих участков и пр. [15, с. 50].

Свод законов межевых состоял из пяти книг. Документ включил в себя законы XVIII – начала XIX вв.:

- Манифест о генеральном размежевании земель во всей империи 1765 г.;
- Инструкция межевым губернским канцеляриям и конторам 1766 г.;
- Закон о порядке сношения Московской губернской межевой канцелярии с прочими местами 1766 г.
- Свод учреждений государственных и губернских;
- О новом устройстве Межевого корпуса с присовокуплением штата Межевой канцелярии и контор и описанием мундира для чиновников Межевого корпуса» 1819 г.⁹

Следующие значительные изменения в межевом ведомстве были связаны с реформой его управления. Это произошло в середине 1830-х гг., поэтому они вошли уже в следующий Свод законов межевых 1842 г. В основном реформы касались формирования отдельного управления межевым корпусом при Министер-

⁷Свод законов Российской Империи повелением имп. Николая Павловича составленный. 1842. Т. 1. Ч 1. СПб., 1842. 833 с.

⁸Полное собрание законов Российской Империи: 1-ое собр. Т. 14 (1754–1757 гг.). СПб.: Тип. II Отделения Собственной Его Императорского Величества канцелярии. 813 с.

⁹Полное собрание законов Российской Империи: 1-ое собр. Т. 36 (1819 г.). СПб.: Тип. II Отделения Собственной Его Императорского Величества канцелярии. 865 с.

стве юстиции. Это нашло отражение и в формировании губернской межевой части.

Таким образом, в рассмотренный период были сформированы своды законов по всем отраслям архитектурно-строительного комплекса. При этом в качестве правовой базы использовались не только документы первого двадцатилетия XIX в., но и законодательные акты XVIII в., а в некоторых случаях и части Уложения 1649 г. Из этого можно сделать вывод, что, наряду с новыми документами, в своды законов входили апробированные временем правовые акты регулирования составляющих архитектурно-строительного комплекса.

Выводы

1. Реформы системы центральных органов власти и управления проходили одновременно с кодификацией правовых норм.

2. Одним из итогов этого процесса является выход Сводов законов 1832 г. и 1842 г. Кроме того, выпускались их продолжения, которые реагировали на различные изменения, происходящие в законодательной базе.

3. Наряду с Уставом строительным политика государства в области архитектурно-строительного законодательства, включающего вопросы развития территорий, проектной и строительной деятельности, городского хозяйства, транспорта и промышленности была отражена в следующих документах:

- Свод государственного благоустройства.
- Свод учреждений государственных и губернских;
- Свод казенного управления (включающий Свод устава горного);
- Свод законов гражданских и межевых.

4. Анализ законодательных документов, входящих в своды законов, показал, что в него вошли не только законодательные акты XIX в., но продолжали действовать и законы XVIII в., и некоторые статьи из Уложения 1649 г.

5. Создание четкой вертикали регулирования архитектурно-строительного процесса и финансового контроля в системе строительного комплекса всех уровней позволило вывести на новый уровень процесс строительства объектов казенной и городской собственности [16].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заварихин С.П. Александровский Петербург: новые образы классицизма (1912–1825) // МастерОК. 2016. № 1. С. 28–33.
2. Саваренская Т.Ф. Градостроительное законодательство в России до 1917 г. М.: Отделение градостроительства РААСН, 1999. С. 34–42.
3. Семенцов С.В. Этапы градостроительного развития Санкт-Петербурга и типы генеральных планов реконструкции Санкт-Петербурга XVIII–XX вв. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2007. С. 93–98.
4. Золотарева М.В. Управление городским строительством во второй половине XVIII в. // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. Т. 7. № 3. С. 121–131. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2017-3-121-131>
5. Вайтенс А.Г. Г.В. Барановский о развитии правовых основ российского градостроительства и архитектуры // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 1. С. 5–10.
6. Семенцов С.В. Развитие революционного архитектурного авангарда в Петрограде – Ленинграде по градостроительным канонам императорского Санкт-Петербурга. Часть 1. От Петра Великого до В.И. Ленина // Вестник СПбГУ. Искусствоведение. 2017. Т. 7. Вып. 2. С. 249–272. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu15.2017.207>

7. Пилявский В.И., Славина Т.А., Тиц А.А., Ушаков Ю.С., Заушкевич Г.В., Савельев Ю.Р. История русской архитектуры. 2-е изд. перераб. и доп. СПб.: Стройиздат, 1994. 600 с.
8. Семенцов С.В. Градостроительное законодательство и градорегулирование Санкт-Петербурга второй половины XVIII – начала XX века. В кн.: Труды молодых ученых. Ч. 3. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2002. С. 15–20.
9. Zolotareva M. New trends of urban development in Russia in the 18th century // Journal of Architecture and Urbanism. 2017. Vol. 41. № 1. P. 71–77. <https://doi.org/10.3846/20297955.2017.1296792>
10. Zolotareva M. Regulating architectural and civil engineering process in Russia in the 18th – the beginning of the 20th century // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Iss. 5. № 055047. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/687/5/055047>
11. Zolotareva M. Environmental planning and management of waterway construction (historical experience of Russia in the 18th century and the beginning of the 19th century) // Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018): E3S Web of Conf. 02 April 2019. 2019. Vol. 91. № 05023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199105023>
12. Tokunova G, Drozdova I, Shesterov E. Major repair and reconstruction of the historical housing development in Saint Petersburg // International

Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development” (CATPID-2019): E3S Web Conf. (16 December 2019). 2019. Vol. 138. № 01002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913801002>

13. Sementsov S., Akulova N., Kurakina S. High-rise construction in the Saint Petersburg agglomeration in 1703–1950s. // *High-Rise Construction (HRC 2017): E3S Web Conf.* 06 March 2018. 2018. Vol. 33. № 11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301008>

14. Vaytens A., Rusanov G., Skryabin P. Evolution of high-rise construction in Leningrad – Saint Petersburg in the middle of the 20th –

Early 21st centuries: projects and Implementation. *High-Rise Construction (HRC 2017): E3S Web Conf.* 06 March 2018). 2018. Vol. 33. № 12. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301030>

15. Курбатов Ю.И. Петроград. Ленинград. Санкт-Петербург: Архитектурно-градостроительные уроки. СПб.: Искусство СПб, 2008. 280 с.

16. Золотарева М.В. Регулирование архитектурно-строительного процесса в России в 1830-х гг. (в соответствии с Положением о городских строительных комитетах) // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость.* 2019. Т. 9. № 3 (30). С. 620–632. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-3-620-631>

REFERENCES

1. Zavarihin SP. Alexander's Petersburg: new images of classicism (1912–1825). *MasterOK.* 2016;1:28–33.

2. Savarenskaya TF. Urban planning legislation in Russia before 1917. Moscow: Department of Urban Planning of the RAASN; 1999. p. 34–42.

3. Sementsov SV. Stages of urban development of St. Petersburg and types of general plans for the reconstruction of St. Petersburg of the XVIII-XX centuries. St. Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2007. p. 93–98.

4. Zolotareva MV. Management of town development in the second half of XVIII century. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2017;7(3):121–131. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2017-3-121-131>

5. Vaytens AG. G.Y. Baranovsky about the legal fundamentals development in the area of urban planning and architecture. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov = Bulletin of Civil Engineers.* 2008. № 1. P. 5–10.

6. Sementsov SV. Development of Revolutionary Avant-Garde movement in the architecture of Petrograd – Leningrad according to the rigid town-planning canons of imperial St. Petersburg. Part 1. From Peter the Great to V.I. Lenin. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. Iskusstvovedenie.* 2017;7(2):249–272. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu15.2017.207.249-272>

7. Pilyavsky VI, Slavina TA, Tic AA, Ushakov YuS, Zaushkevich GV, Savelyev YuR. History of Russian architecture. Saint-Petersburg: Stroyizdat; 1994. 600 p.

8. Sementsov SV. Urban planning legislation and urban regulation of Saint-Petersburg in the second half of the XVIII-early XX century. *Trudy molodykh uchenykh.* Part 3. Saint-Petersburg:

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2002. p. 15–20.

9. Zolotareva M. New trends of urban development in Russia in the 18th century. *Journal of Architecture and Urbanism.* 2017;41(1):71–77. <https://doi.org/10.3846/20297955.2017.1296792>

10. Zolotareva M. Regulating architectural and civil engineering process in Russia in the 18th – the beginning of the 20th century. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019;687(5):055047. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/687/5/055047>

11. Zolotareva M. Environmental planning and management of waterway construction (historical experience of Russia in the 18th century and the beginning of the 19th century). *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018): E3S Web of Conf.* 02 April 2019. 2019. Vol. 91. № 05023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199105023>

12. Tokunova G, Drozdova I, Shesterov E. Major repair and reconstruction of the historical housing development in Saint Petersburg. *Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development (CATPID-2019): E3S Web Conf: International Scientific Conference.* 16 December 2019. 2019. Vol. 138. № 01002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913801002>

13. Sementsov S, Akulova N, Kurakina S. High-rise construction in the Saint Petersburg agglomeration in 1703–1950s. *High-Rise Construction (HRC 2017): E3S Web Conf.* 06 March 2018. 2018. Vol. 33. № 11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301008>

14. Vaytens A, Rusanov G, Skryabin P. Evolution of high-rise construction in Leningrad – Saint Petersburg in the middle of the 20th – Early 21st centuries: projects and Implementation. *High-Rise Construction (HRC 2017): E3S Web Conf.* 06 March 2018. 2018. Vol. 33. №12. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301030>

15. Kurbatov Yul. Petrograd. Leningrad. Saint-Petersburg: Architectural and urban planning lessons. Saint-Petersburg: Iskusstvo SPb; 2008. 280 p.

16. Zolotareva MV. Regulation of the architectural and construction process in Russia in the

1830s (according to the Regulation on urban building committees). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2019;9(3):620–631. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2019-3-620-631>

Сведения об авторе

Золотарева Милена Владимировна

кандидат архитектуры,
доцент кафедры истории и теории архитектуры,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4, Россия,
✉e-mail: goldmile@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5549-7769>

Information about the author

Milena V. Zolotareva,

Cand. of Architecture,
Associate Professor of the Department of History and Theory of Architecture,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
4 2nd Krasnoarmeyskaya St., Saint Petersburg 190005, Russia,
✉e-mail: goldmile@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5549-7769>

Заявленный вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение, подготовил рукопись к печати. Автор имеет на статью исключительные авторские права и несет ответственность за плагиат.

Contribution of the author

The author performed the research, made generalization based on the results obtained and prepared the copyright for publication. Author has exclusive author's right and bear responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 11.01.2021.
Одобрена после рецензирования 09.02.2021.
Принята к публикации 15.02.2021.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by the author.

The article was submitted 11.01.2021.
Approved after reviewing 09.02.2021.
Accepted for publication 15.02.2021.



Народное деревянное зодчество ольхонского побережья озера Байкал

© А.А. Ляпин, К.О. Гуляева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель работы заключается в исследовании особенностей и типологии памятников традиционной народной деревянной архитектуры в поселениях на побережье озера Байкал, расположенном в западной части озера на острове Ольхон. Изучение народного деревянного архитектурного наследия в поселениях побережья проводилось в рамках подготовки к разработке Стандарта планировки и застройки байкальских поселений. На основе собранных исторических описаний и материалов двух историко-архитектурных обследований специалистами Иркутского государственного технического университета конца XX века сделан обзор основных характеристик и особенностей традиционных жилищ русских крестьян и бурятских семей, которые вели полукочевой образ жизни. В результате работы определены наиболее древние объемно-планировочные типы русского народного жилища в поселениях на ольхонском побережье Байкала. Сделаны описания трех наиболее распространенных типов традиционного русского жилища в этом районе – дома-клетки, дома-связи и дома-пятстенка. Представлены сведения о быстром изменении традиционного бурятского жилища: переходе от войлочных юрт к деревянным юртам, а затем к зимнему бурятскому жилищу русского типа. Выявлено значение летних перекочек и, соответственно, летних поселений – летников – в организации пастбищного отгонного скотоводства, землепользовании и сохранении полукочевой образа жизни бурят. Сделаны выводы о том, что основные типы народного жилища в поселениях ольхонского побережья изменялись в течение XVIII–XIX веков. Наиболее интенсивно шло развитие форм бурятского народного жилища. Эволюция форм традиционного жилища как русских крестьян, так и бурятских семей в поселениях ольхонского побережья Байкала была частью общего процесса развития традиционного народного жилища во всем Верхнем Приангарье, включая Балаганскую степь и традиционные поселения Верхней Лены.

Ключевые слова: народное деревянное зодчество, традиционное жилище, изучение архитектурного наследия, Ольхонский район, озеро Байкал

Для цитирования: Ляпин А.А., Гуляева К.О. Народное деревянное зодчество ольхонского побережья озера Байкал. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 154–165. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-154-165>

Folk wooden architecture of the Olkhon coast of Lake Baikal

Andrey A. Lyapin, Ksenia O. Gulyaeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The purpose of the work is to study the features and typology of monuments of traditional folk wooden architecture in settlements on the shores of Lake Baikal, located in the western part of the lake on Olkhon Island. The study of the folk wooden architectural heritage in the coastal settlements was carried out in preparation for the development of the “Standard for the planning and development of the Baikal settlements”. Based on collected historical descriptions and materials of two historical and architectural surveys by specialists of the Irkutsk State Technical University at the end of the 20th century, an overview of the main characteristics and features of the traditional dwellings of Russian peasants and Buryat families who led a semi-nomadic lifestyle has been made. As a result of the work, the most ancient space-planning types of Russian folk dwellings in settlements on the Olkhon coast of Lake Baikal were identified. The descriptions of the three most common types of traditional Russian dwellings in this area were made – *klet* houses, link-up houses, and five-walled houses. Information about the rapid change in the traditional Buryat dwelling is presented: the transition from felt yurts to wooden yurts, and then to a winter Buryat dwelling of the Russian type. The importance of summer migrations

and, accordingly, summer settlements –*letniks*– in the organization of pasture cattle breeding, land use, and preservation of the semi-nomadic way of life of the Buryats was revealed. It is concluded that the main types of folk dwellings in the settlements of the Olkhon coast changed during the 18th-19th centuries. The development of the forms of the Buryat folk dwelling proceeded most intensively. The evolution of the forms of traditional dwelling of both Russian peasants and Buryat families in the settlements of the Olkhon coast of Lake Baikal was part of the general process of the development of traditional folk dwellings throughout the Upper Angara region, including the Balagan steppe and the traditional settlements of the Upper Lena.

Keywords: folk wooden architecture, traditional housing, study of architectural heritage, Olkhon district, Lake Baikal

For citation: Lyapin AA, Gulyaeva KO. Folk wooden architecture of the Olkhon coast of Lake Baikal. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):154–165. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-154-165>

Введение

Интенсивное строительство частной застройки в населенных пунктах побережья озера Байкал в последние два десятилетия дает основания считать начало XXI века одним из самых активных строительных периодов в истории прибайкальских поселений. На фоне происходящего строительного подъёма теории архитектуры ставят вопрос о сохранении поселениями на побережье озера собственного байкальского своеобразия и идентичности [1]. В ходе работы над крупными проектами наиболее ответственные заказчики предлагают архитекторам задачу следования местным историческим архитектурным традициям, а проектировщики искренне пытаются сформулировать особенности исторической байкальской архитектуры. Такой общественный запрос на поиск идентичности и своеобразия байкальской архитектуры делает актуальным описание исторического архитектурного наследия в поселениях на берегах Байкала. Данная работа раскрывает особенности народного зодчества в Ольхонском районе Иркутской области, на западном побережье озера Байкал. Статья подготовлена на основании результатов аналитического исследования, выполненного авторами в 2020 году в рамках подготовки к разработке Стандарта планировки и застройки байкальских поселений в Проекте магистратуры Института архитектуры, строительства и дизайна ИРНТУ. Исследование опиралось на результаты полевых обследований архитектурных памятников Ольхонского района 1987–1988 годов. Также использовались материалы историко-архитектурного исследования 1997 года по историческому народному жилищу в Ольхонском районе. Большая часть материалов,

представляемых в статье, публикуется впервые.

Методика

Исходный материал, лежащий в основе аналитического исследования, относится к периоду 1987–1988 годов и был собран в Ольхонском районе Иркутской области в рамках Государственной программы паспортизации памятников истории и культуры Российской Федерации [2]. Натурное обследование всех населенных пунктов Ольхонского района было проведено сотрудниками Лаборатории паспортизации памятников архитектуры Иркутского государственного технического университета по заказу Управления культуры Иркутской области. При обследовании застройки поселений района и выявлении архитектурных памятников научные сотрудники данной лаборатории следовали рекомендованной методике, разработанной для упомянутой программы Государственным институтом искусствознания в Москве. Руководителем бригады по обследованию Ольхонского района был старший научный сотрудник лаборатории Бронислав Борисович Михайлов. В состав бригады входили архитекторы-эксперты, старшие научные сотрудники Л.Г. Басина, А.А. Ляпин и А.Е. Шпирко. Куратором группы иркутских экспертов со стороны Государственного института искусствознания в Москве был старший научный сотрудник института, кандидат искусствознания Владимир Иванович Плужников. Кроме натурного обследования в рамках Программы паспортизации использовались следующие научные методы: сбор и анализ исторической литературы; работа в архивах; опрос местного населения и стилистический анализ построек в полевых и камеральных условиях. В проведенном авторами исследовании 2020 года, кроме материалов Лаборатории паспортизации 1980-х годов, были использова-

ны также материалы историко-архитектурного исследования 1997 года по историческому народному жилищу в Ольхонском районе, выполненному в рамках Российско-Германской программы «Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе» [3]. В состав рабочей группы этого исследования 1997 года входили иркутские архитекторы-эксперты А.А. Ляпин (руководитель), А.Е. Шпирко, О.И. Саландаева и специалисты из Германии Андреас Шмидт и Сюзанна Мюллер.

Методологической основой архитектурно-планировочного и стилистического анализа архитектурного наследия в Ольхонском районе в настоящем исследовании являлись работы известного московского архитектора, доктора искусствоведения В.И. Маковецкого, московского искусствоведа, кандидата искусствоведения В.И. Плужникова и иркутского искусствоведа В.Т. Щербина.

Результаты и их обсуждение

Ольхонское побережье расположено на западном берегу озера Байкал, на территории Ольхонского района Иркутской области. Оно тянется вдоль Приморского горного хребта, занимая предбайкальскую низменность и остров Ольхон. На территории района в озеро Байкал впадают три достаточно крупные реки – Бугульдейка, Анга и Сарма, а также большое количество мелких рек и ручьев. Климат ольхонского побережья достаточно суровый, резко континентальный, с холодной малоснежной зимой и жарким летом. Почвы каменистые, с малой глубиной плодородного слоя. Значительная часть Ольхонского района покрыта лесом, в основном сосной и лиственницей. Земли, пригодной для земледелия, в районе немного. Основная часть земель для земледелия расположена в долинах крупных рек, в нижнем их течении, ближе к устью.

Система постоянных поселений в районе сложилась с середины XVIII века. До этого времени территория ольхонского побережья использовалась кочевыми народностями бурят и эвенков для отгонного скотоводства и охоты. С XVIII века в Приольхонье начинает формироваться система постоянных русских и бурятских поселений, которые на первоначальном этапе селились раздельно. Коренное бурятское население этой местности с начала XIX века находилось в процессе перехода от кочевого к оседлому образу жизни, и к концу XIX века образ жизни и землепользование у бурят были полукочевыми, полуседлыми. В процессе формирования

постоянных поселений происходило заимствование типов и приемов строительства жилища русского крестьянского типа и формирование самобытного типа бурятского народного жилища на основе деревянной юрты. В справочнике по Азиатской России 1915 года отмечается, что «весьма интересны своеобразные условия быта и уклада земельных отношений у бурят, которые в Забайкалье все еще полукочевники, тогда как в Иркутской губернии превратились в оседлых земледельцев, ничем не отличающихся от русских крестьян-сторожилов» [4]. Современный специалист по истории архитектуры Сибири, Людмила Басина формулирует в конце XX века такой же вывод: «переход от кочевья к оседлости и пример русских соседей не мог не сказаться на быте и жилище бурят. С появлением в первой половине XVIII в. оседлых бурятских поселений возникает и новый тип бурятского жилища» [5].

К началу XX века на территории Ольхонского района сложилась совместная культура проживания и землепользования русских крестьян и бурят-кочевников, хозяйственной основой жизни которых продолжало оставаться отгонное скотоводство. В данной статье авторы рассматривают народное деревянное зодчество в контексте характера землепользования и образа жизни жителей ольхонского побережья, сложившихся в их традиционном виде к началу XX века.

В крупных постоянных поселениях по всему ольхонскому побережью сложилось совместное проживание в деревнях русских крестьян и бурят, сохранивших экономику отгонного скотоводства. Однако, совершенно своеобразной особенностью системы землепользования в Приольхонье была принадлежность окружающих деревню сельскохозяйственных земель к разным ведомствам. Земли, принадлежавшие бурятским семьям, относились к Ольхонскому инородческому ведомству, в то время как земли, используемые русскими крестьянскими семьями, считались государственными. Историк Раиса Попова отмечает, что «к концу XIX в. здесь было Ольхонское инородческое ведомство во главе со Степной думой. В 1890 г. его разделили на Еланцинское и Кутульское ведомства во главе с управами и русские поселения, которые входили в Манзурскую волость...» [6]. Таким образом, в деревнях Ольхонского района мы имеем как памятники русского народного зодчества, так и традиционные бурятские жилища. А также различные варианты переходных типов жилой архитектуры. При этом на землях бурятских семей сохранилась система временных поселений полукочевого хозяйства – летники.

Описывая бурятские жилища конца XIX века, Л. Басина цитирует ведомости 1893 г.: «жилища бурят все еще разделяются на летники и зимники; зимние жилища бурят имеют чисто русский тип, по большей части городской, щеголеватый, можно было бы улусы их принять за чисто русские села, если бы дома у них были расположены правильно, в виде улиц, а не врозь, где попало, и как попало; летники остаются прежними восьмигранными юртами, без печей, с очагом посередине и дымовой трубой наверху» [5]. Дополнением к тексту 1893 года служит описание бурятских летников 1915 года: «летники всегда расположены в падах (долинах). Здесь располагается ряд войлочных или деревянных юрт, составляющий “хортонь”. Верхняя часть пади, сенокосные угодья служат для зимних пастбищ, причем сенокосы и зимние пастбища огораживаются» [4]. В представленных далее примерах деревянного народного зодчества приведены как памятники русской народной архитектуры, так и традиционного бурятского жилища на ольхонском побережье Байкала. Отдельно отмечены два типа общественных построек: религиозного назначения – деревянная Покровская церковь в селе Еланцы (не сохранилась) – и водяная мельница Вокиных в деревне Куртун (перевезена в Иркутск с целью использования в туризме). В деревнях Ольхонского района встречается 3 планировочных типа русского крестьянского жилища: дом-клеть, дом-связь и пятистенок. Наиболее распространенный тип дома – пятистенок. Этот тип появляется в середине XIX века и широко использовался в народном строительстве вплоть до середины

XX века. Типичный пятистенок в деревнях Ольхонского побережья, так же как Иркутского побережья и района Балаганской степи, сложился к последней четверти XIX века под воздействием иркутского типа деревянного жилого дома, на что указывают размеры дома, характерные формы крылец и мотивы в декоративном оформлении наличников [5].

Типичным примером пятистенка, характерным для Ольхонского побережья, является дом Гусева из деревни Куртун.

Деревянный дом пятистенок – это прямоугольное строение, в котором вся жилая площадь была разделена поперечной стенкой на две неравные части: горницу и сени. В случае если к дому пристраивались сени, изба делилась на горницу и жилую комнату. В жилой комнате обычно ставили печь, которая обогревала все помещение, и здесь же готовили еду. Внутренняя стенка начиналась от самого основания и доходила до потолка. Поперечные срезы ее бревен выходили наружу, разделяя фасад помещения на две части. Сначала избы были разделены не одинаково, но с течением времени стали делать пятистенки с разделением фасада на две равные части: первая – большая изба с голбцем, вторая – небольшая горница с печью-лежанкой (она же была светлицей и служила спальней).

Дом Гусева (рис. 1) занимает северный угол усадьбы. Прямоугольный в плане основной объем под вальмовой кровлей расположен вдоль улицы. К дворовому фасаду примыкает бревенчатый прируб сеней под двускатной кровлей с фронтоном в торце.

Перед входом в сени с юго-западной стороны устроено невысокое крыльцо, огражденное перилами с вертикальными брусками.



Рис. 1. Пятистенок – дом Гусева (деревня Куртун, Ольхонский район, Иркутская область). Северный дворовый фасад. Рисунок Б.Б. Михайлова

Fig. 1. Five walls – Gusev's House (Kurtun village, Olkhonsky district, Irkutsk region). North courtyard facade. Figure by B.B. Mikhailov

Односкатный навес крыльца опирается на консоли выкружки и три фигурных столбика. Периметр основного объема, под свесом кровли, опоясывает подшивной профилированный карниз большого выноса.

Под карнизом – неширокий фриз из гладких горизонтальных досок. Наличники окон с лучковыми верхними перемычками выделяются высокими лобанями, украшенными накладными элементами и профилированным сандриком сложных очертаний. Выразительность фасадам придают удачно найденные пропорции фасадов и отдельных элементов, а также сочетание деревянной резьбы наличников с аккуратно обработанными бревнами стен. Интерес представляет и рациональное решение крыльца.

Жилой дом середины XIX века в деревне Алагуй (рис. 2) представляет более раннюю форму дома-пятистенка, что подтверждается двускатной шипцовой кровлей древней конструкции с охлупнем над основным срубом и архаичными приемами рубки бревенчатых стен.

Дом-связь предполагает соединение жилых и хозяйственных помещений. Одновременно с избой прямо при строительстве рубились бревенчатые сени, а за ними следовала холодная половина жилища – клеть. Сени зачастую не имели потолка и из них вела лестница на чердак, где могли хранить какую-либо хозяйственную утварь.

Дом Петрова в деревне Петрово середины XIX в. (рис. 3) – прямоугольный в плане дом-связь под вальмовой кровлей, имеющий традиционное для Восточной Сибири объемно-планировочное решение. Сени, расположенные в средней части дома, делят его на две жилые части: переднюю – горницы, заднюю – избу. Перед входом в сени устроено высокое крыльцо на столбах под односкатным навесом, огражденное по периметру своеобразной аркадой. Крыльцо, примыкающее к сеням, открытое.

Периметр дома опоясывает узкий гладкий фриз и подшивной профилированный карниз большого выноса. Оконные наличники с прямыми профилированными сандриками на небольшом подвышении придают облику дома особую строгость и лаконичность.



Рис. 2. Пятистенок – жилой дом середины XIX века (деревня Алагуй, Ольхонский район, Иркутская область). Фото А.А. Ляпина, 1997 г.

Fig. 2. Pyatystenok – Residential house of the middle of the 19th century (the village of Alaguy, Olkhonsky district, Irkutsk region). Photo by A.A. Lyapin, 1997



Рис. 3. Дом-связь – дом Петрова (деревня Петрово, Ольхонский район, Иркутская область).
Рисунок Б.Б. Михайлова
Fig. 3. Dom-svyaz – Petrov's House (Petrovo village, Olkhonsky District, Irkutsk Region).
Drawing by B.B. Mikhailov

Именно при наличии клетки в доме-связи нижнее помещение под полом клетки и было подклетом. В нем, с невысоким потолком и земляным полом хранили разное имущество, кустари-ремесленники могли устраивать мастерскую, а зимой здесь нередко содержали мелкий скот. Помещение под полом самой избы называлось подызбицей: в нем хранились запасы на зиму. Здесь было достаточно прохладно, чтобы овощи не портились, и в то же время достаточно тепло, чтобы запасы не промерзли в морозы.

Дом Ланиной в деревне Косая Степь относится к самому древнему типу русского

народного деревянного жилища – дому-клету (рис. 4). Этот деревянный жилой дом – самая старая постройка, обнаруженная в Ольхонском районе. Расположен на юго-западной окраине деревни и находится в заброшенном состоянии. Постройка дома первоначально была датирована концом XVIII века по причине использования чрезвычайно редких архаичных приемов строительства. В настоящее время в экспедиционном отчете 1988 года время строительства указано как начало XIX века, что можно рассматривать как чрезвычайно осторожную оценку атрибуции.



Рис. 4. Дом-клету – дом Ланиной (деревня Косая Степь, Ольхонский район, Иркутская область).
Фото Б.Б. Михайлова, 1987 г.
Fig. 4. House-cage – Lanina's House (Kosaya Steppe village, Olkhonsky district, Irkutsk region).
Photo by B.B. Mikhailov, 1987

Прямоугольный в плане пятистенок покрыт двускатной дощатой кровлей и главным однооконным фасадом, обращен на юго-восток. С правой стороны от окна на главном фасаде прорублено волоковое оконце, свидетельствующее о возрасте дома – такие окна имелись в наиболее старых сибирских домах.

В шипце над окном главного фасада с небольшим смещением устроен лаз на чердак. В восточной стене на уровне одного метра от пола был прорублен проем, видимо, для удаления дыма от топившейся почерному печи. Оконные наличники имеют лаконичные формы и украшены мелкими пропилами. Лобань наличника украшена тремя стилизованными лепестками, вырезанными в доске по контуру и обведенными по окружности.

Дом Семенова в поселке Бугульдейка относится к бурятскому зимнему жилищу. Д.К. Басаева пишет, что дома у бурят были разными в зависимости от состояния хозяев, и выделяет 3 типа бурятских изб. Первый тип: небольшие избы бедняков, с одно- или двускатной крышей из дранки, поверх которой нередко накладывали дерн. Эти избы были однокамерные с двумя-тремя маленькими окнами. Второй тип избы представлял собой уже более просторное жилище размером в 2 x 3 или 3 x 4 сажени с двускатной крышей из теса или дранья, с сенями и крыльцом, с четырьмя-пятью окнами. Третий тип: просторные дома 5 x 6 или 6 x 6 сажней с высокими потолками, с четырехскатной крышей, с сенями и высоким крыльцом. Такие дома имели шесть-семь окон с рез-

ными наличниками и ставнями: три окна выходили на фасадную (юго-восточную) сторону, два-три на юго-западную и одно – на северо-восточную сторону [7].

Жилой дом Семенова начала XX века (рис. 5) перевезен из деревни Куртун в середине 1950-х годов. Он расположен на углу улицы и переулка, на которые обращен равнозначными двухоконными фасадами. Покрыт четырехскатной вальмовой дощатой кровлей, под свесами которой устроен профилированный карниз большого выноса.

В плане Г-образный, к почти квадратному основному срубу с юго-восточной стороны пристроены бревенчатые сени под двускатной кровлей. К торцу сеней, в свою очередь, пристроено крыльцо под односкатным навесом, поддерживаемым выпусками бревен боковых стен и двумя фигурными столбиками.

Весь периметр дома опоясывает широкий гладкий фриз. Оконные наличники с двусторонними ставнями завершаются лучковыми сандриками – своеобразными карнизами наличников. Плоскости в верхней части наличников – лобани – украшены накладными пропиленными элементами с редко встречающимся рисунком, в очертаниях которого можно уловить восточные мотивы.

Несмотря на характерное для прибайкальских поселений объемно-планировочное решение, дом Семенова, тем не менее, имеет свои особенности. Они проявляются и в пропорциях фасадов и плана, напоминающего четырехугольную юрту, и в декоративном решении входного узла – когда крыльцо становится органичным продолжением сеней.

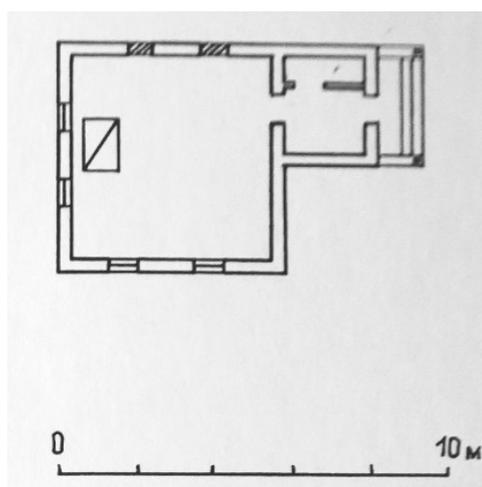


Рис. 5. Бурятское зимнее жилище – дом Семенова (поселок Бугульдейка, Ольхонский район, Иркутская область). План

Fig. 5. Buryat winter dwelling – Semenov's House (Buguldeika village, Olkhonsky district, Irkutsk region). Plan

Тот же тип зимнего бурятского жилища представлен домом Шипхинеева в деревне Таловка (рис. 6). Сохранились сведения о времени строительства этого дома – 1904 год.

Усадебный комплекс Семенова (рис. 7) начала XX века, расположенный в поселке Бугульдейка, занимает участок, в плане

близкий к прямоугольнику и по периметру обнесенный забором. Усадьба состоит из жилого дома и широкого крестьянского подворья с хозяйственными пристройками, в которые входят: летник (летний дом), амбар, хлев, место для зарода (плотно уложенная куча сена или соломы продолговатой формы, получаемая объединением нескольких стогов).



Рис. 6. Бурятское зимнее жилище – дом Шипхинеева (деревня Таловка, Ольхонский район, Иркутская область). Фото Б.Б. Михайлова, 1987 г.

Fig. 6. Buryat winter dwelling – Shipkhineev's House (Talovka village, Olkhonsky district, Irkutsk region). Photo by B.B. Mikhailov, 1987

Жилой четырехстенный дом срублен «в лапу» из двенадцати крепких венцов, имеет прируб, образующий холодные сени.

Индукцированный переход к оседлости привёл к замене войлока на бревно, а затем к изменению круглой юрты в восьми-, шести- и четырёхугольное жилище. При этом сохранилось его объёмно-планировочное решение с очагом-печью в центре и размещением вещей вокруг него вдоль стен. Кровля

традиционного бурятского дома имеет вальмовый шатровый вид четырехскатной крыши. Это традиция войлочной юрты, в отличие от русского крестьянского дома, кровля которого имеет вертикальный треугольный фронтон, как правило, с выступающим коньком. С течением времени изменился принцип бурятских построек. Так, например, в усадьбах старого типа жилой дом ставился внутри двора, если же на улице, то окнами во двор.

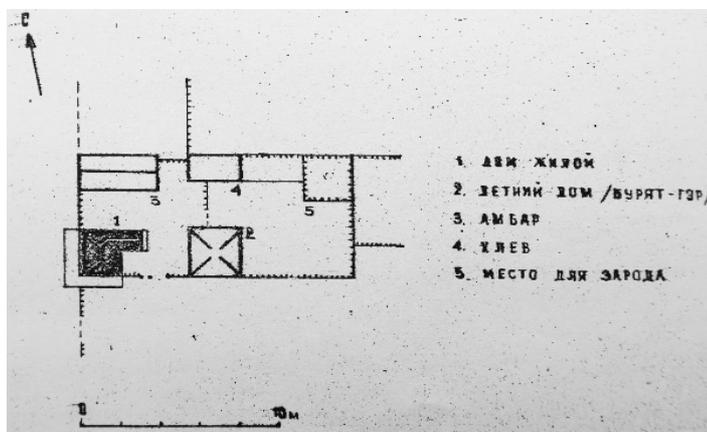


Рис. 7. Усадебный комплекс Семенова (поселок Бугульдейка, Ольхонский район, Иркутская область). Чертеж Б.Б. Михайлова

Fig. 7. Manor complex Semenov (Buguldeika village, Olkhonsky district, Irkutsk region). Drawing by B.B. Mikhailov

Летние поселения бурят находились на пастбищах, близких к воде и солончакам, расположенных в продуваемых местах, чтобы избежать беспокойства от различных насекомых (овод, комар, гнус). Летники, размещенные в нескольких километрах от зимних усадеб во избежание потравы, были достаточно удалены от засеянных различными культурами полей, которые находились всегда рядом с зимниками. Летник (рис. 8) представляет собой деревянную юрту-

восьмистенку (четырёхстенку, шестистенку), под крышу которой, в «чердак» насыпалась земля, переложённая корой, крыша и стены под крышей снаружи также обделывались корой. Все было направлено на то, чтобы в юрте всегда сохранялась прохлада. Форма кровли – низкая. Хозяйственные постройки примыкали к юрте с помощью односкатного навеса, кровля которого состояла из жердей, лиственничной коры и земли.



Рис. 8. Летник Хара-Тырган (Ольхонский район, Иркутская область). Фото Б.Б. Михайлова, 1987 г.

Fig. 8. Letnik Khara-Tyrgan (Olkhonsky district, Irkutsk region). Photo by B.B. Mikhailov, 1987

Основная часть площади под навесом предназначалась для укрытия скота от дождя и солнца. Помимо навесов, вспомогательной инфраструктурой летника могли быть загоны, печи для выпечки хлеба, колодцы и поилки для скота. В юртах не было печей, поэтому с осени до лета в них горел огонь.

Водяная мельница начала XX века (рис. 9) расположена в селе Куртун, на правом берегу речки Куртунки в километре от южной окраины деревни, недалеко от проселочной дороги, ведущей в Малое Голоустное.

Двухъярусный бревенчатый объем мельницы покрыт пологой двускатной дощатой кровлей. С южной и западной сторон, одновременно с основным объемом, были возведены одноярусные объемы под односкатными навесами.

К западному пристрою при помощи системы запруд была подведена вода, приводящая в движение вертикально установленное колесо с горизонтальными лопастями.

На одной оси с этим колесом имелось второе колесо, меньшего диаметра, приводящее в движение горизонтально установленные жернова. Зерно в жернова подавалось со второго яруса, куда вела лестница, расположенная в северном углу основного объема. Вход устроен с восточной стороны сразу в основной сруб. Над входом на уровне второго яруса прорублен проем для подачи зерна.

Следует отметить, что в начале XX века в районе существовали культовые постройки. Историк архитектуры И.В. Калинина отмечает, что деревянную церковь Покрова Пресвятой Богородицы в поселке Еланцы «...осветили 24 января 1871 года... В приходе церкви были четыре приписные часовни» [8]. Также существовали сооружения бурятского буддистского культа. В 1915 году на острове Ольхон был устроен небольшой буддистский дацан. В советское время дацан был разобран, а материал использован в повседневном строительстве. Ни одна из религиозных построек до наших дней не сохранилась.

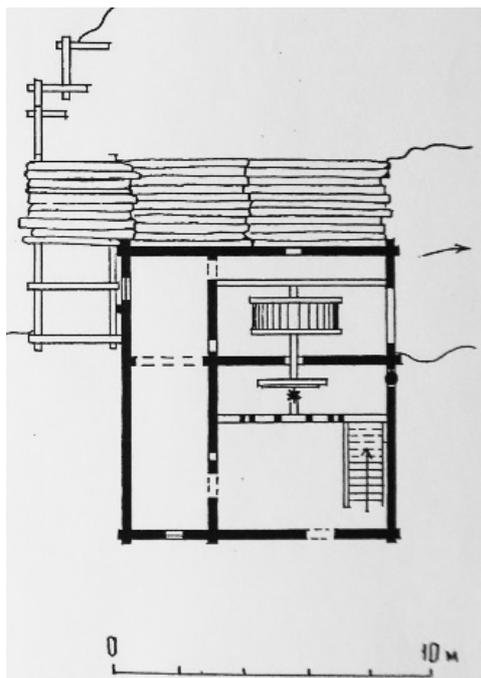


Рис. 9. Водяная мельница (деревня Куртун, Ольхонский район, Иркутская область). План
Fig. 9. Mill (Kurtun village, Olkhonsky district, Irkutsk region). Plan

Заключение

Таким образом, в ходе аналитического исследования было сделано обобщение всех научных описаний памятников традиционного народного зодчества в Ольхонском районе, осуществленных в течение XX века. Определены типы и основные особенности народной деревянной архитектуры ольхонского побережья. В ходе натурного обследования в октябре 2020 года отмечено, что традиционные типы жилых домов сохраняются в застройке поселений Ольхонского района.

На основе изученного материала можно сделать следующие выводы. Во-первых, традиционная деревянная народная архи-

тектура ольхонского побережья Байкала по типологии и форме зданий, особенностям строительных приемов, декоративному оформлению фасадов жилых домов очень близка традиционному деревянному зодчеству других местностей Приангарья – Балаганской степи и поселениям долины Верхней Лены. Во-вторых, сохранность памятников деревянной народной архитектуры в поселениях ольхонского побережья находится под угрозой. Многие исторические традиционные постройки перестраиваются без соблюдения традиционных строительных технологий и приемов. Значительное количество заброшенных традиционных построек разрушено и продолжает разрушаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глебова Н.М., Большаков А.Г., Нарантуя Н. Новые формы архитектурной идентичности на берегах Байкала // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 3(26). С. 155–169. <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2917-2018-3-155-169>
2. Отчет по результатам обследования и выявления памятников архитектуры Ольхонского района Иркутской области / сост. Б.Б. Михайлов. Иркутск: Архив Службы сохранения историко-культурного наследия Иркутской области, 1988.
3. Семенов Ю.М., Антипов П.Н., Буфал В.В. [и др.]. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе: Ольхонский район. Иркутск: Изд-во Сибирского отделения РАН. 1998. 183 с.
4. Азиатская Россия: в 4 т. Т.1. Люди и порядки за Уралом / под ред. И.И. Тхоржевского, общая редакция карт М.А. Цветкова. Санкт-Петербург, 1914. 578 с.
5. Басина Л.Г. Архитектура бурятских усадеб // Памятники истории и культуры Приангарья / сост. А.В. Дулов. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1990. С. 184–201.

6. Попова Р.В. Ольхонский район // Памятники истории и культуры Приангарья / сост. А.В. Дулов. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1990. С. 150–161.
7. Басаева Д.К. Поселения и жилища аларских бурят (вторая половина XIX – начало XX в.) // Из истории хозяйства и материаль-

ной культуры тюрко-монгольских народов: сб. ст. / отв. ред. Б.Р. Зориктуев. Новосибирск: Наука, 1993. С. 52–89.
8. Калинина И.В. Православные храмы Иркутской епархии: XVII – начало XX века. М.: Галарт, 2000. 495 с.

REFERENCES

1. Glebova NM, Bolshakov AG, Narantua Niamdorzh. New forms of architectural identity on the Baikal coast. *Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2018;8(3):155–169. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2917-2018-3-155-169>
2. Report on the results of the survey and identification of architectural monuments of the Olkhonsky district of Irkutsk region / comp. by BB Mikhailov. Irkutsk: Archive of the Service for the Preservation of Historical and Cultural Heritage of the Irkutsk Region; 1988. (In Russ.)
3. Semenov YuM, Antipov PN, Bufal VV, et al. Environmentally oriented land use planning in Baikal region. Olkhonsky district. Irkutsk: Publishing house of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 1998. 183 p. (In Russ.)

4. Asian Russia: in 4 vol. Vol. 1: People and orders beyond the Urals / eds. II Tkhorzhevskii, MA Tsvetkov. St. Petersburg; 1914. 578 p. (In Russ.)
5. Basina LG. The architecture of Buryat estates. *Collection Monuments of history and culture of Priangarye*. Irkutsk: East Siberian Book Publishing House; 1990. p. 184–201. (In Russ.)
6. Popova RV. Olkhonsky district. *Monuments of history and culture of the Angara region*. Irkutsk: East Siberian book publishing house; 1990. p. 150–161. (In Russ.)
7. Basaeva DK. Settlements and dwellings of the Alar Buryats (second half of the 19th – early 20th centuries). From the history of the economy and material culture of the Turkic-Mongol peoples: Collection of articles / eds. BR Zorikuev. Novosibirsk: Nauka; 1993. p. 52–89. (In Russ.)
8. Kalinina IV. Orthodox churches of Irkutsk diocese of the 17th – early 20th centuries. Moscow, Publishing house “Galart”; 2000. 495 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ляпин Андрей Александрович,
доцент кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: a782lyapin@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8641-9528>

Гуляева Ксения Олеговна,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: rgnks2874@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5717-6141>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Information about the authors

Andrey A. Lyapin,
Associate Professor of the Department of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: a782lyapin@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8641-9528>

Ksenia O. Gulyaeva,
Master's degree student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: rgnks2874@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5717-6141>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 29.12.2020.
Одобрена после рецензирования 25.01.2021.
Принята к публикации 29.01.2021.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 29.12.2020.
Approved after reviewing 25.01.2021.
Accepted for publication 29.01.2021.



Реконструкция парковой зоны озера Молодежное (г. Усолье-Сибирское)

© А.А. Сидорова, В.В. Козлов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель – реконструкция парковой зоны территории озера Молодежное в г. Усолье-Сибирское. В данном исследовании использованы методы ландшафтной реконструкции, применяются стилевые решения с композиционными дизайнерскими приемами ландшафтной архитектуры. В статье представлены материалы по благоустройству территории города. В рамках процесса реконструкции и благоустройства парковой зоны озера Молодежное особое место занимает ее озеленение. Оно символизирует собой современные экологические тенденции, свидетельствующие о стремлении горожан к заботе о своем здоровье. Авторы проекта особое внимание уделили изменению территории в сторону озеленения и улучшению парковых зон. В работе подготовлено зонирование, выделены территории проектирования: места для отдыха и для проведения спортивных и культурных мероприятий. В процессе создания проекта по реконструкции парковой зоны разработаны меры по благоустройству всей территории парка, в том числе мероприятия по подготовке развлекательных объектов, игровых площадок для детей, а также оформление пешеходной сети. Также сделан обзор парковой территории на основе визуального исследования состояния берега озера Молодежное г. Усолье-Сибирское. Итогом исследования стали разработки, в которых представлен план-проект с учетом лучшего использования природных условий для организации отдыха населения и проведения разнообразной культурно-просветительной и физкультурно-оздоровительной работы среди взрослых и детей.

Ключевые слова: благоустройство, парковые зоны, проектирование, ландшафт

Для цитирования: Сидорова А.А., Козлов В.В. Реконструкция парковой зоны озера Молодежное (г. Усолье-Сибирское). *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 166–173. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-166-173>

Reconstruction of the park zone of Lake Molodezhnoye (Usolye-Sibirskoye city)

Anna A. Sidorova, Valery V. Kozlov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The aim of this study was a reconstruction of the park zone of Lake Molodezhnoye in Usolye-Sibirskoye city. The methods of landscape reconstruction were used, along with stylistic solutions with compositional design techniques of landscape architecture. The paper presents some materials on the improvement of an urban territory. As part of the process of reconstruction and improvement of the park zone of Lake Molodezhnoye, a special place is occupied by its landscaping. It symbolizes modern environmental trends, which testify to the desire of people to take care of their health. The authors of the project paid special attention to changing the territory towards landscaping and improving park areas. In the study, zoning was prepared, as well as design territories were identified: places for recreation and for sports and cultural events. In the course of creating a project for the reconstruction of the park zone, measures were developed to improve the entire territory of the park, including the preparation of entertainment facilities, playgrounds for children, as well as the design of a pedestrian network. An overview of the park territory was also conducted on the basis of a visual study of the state of the Lake Molodezhnoyeshore in Usolye-Sibirskoye. The result of the research was the developments, which presented a project plan, taking into account the best use of natural conditions for organizing public recreation and carrying out a variety of cultural, educational, physical, and health-improving work among adults and children.

Keywords: landscaping, park areas, design, landscape

For citation: Sidorova AA, Kozlov VV. Reconstruction of the park zone of Lake Molodezhnoye (Usolye-Sibirskoye city). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):166–173. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-166-173>

Введение

В начале XXI века вопросы городского развития все теснее связываются с представлениями об образе города в целом. Причина этого кроется в новой ступени формирования общества, при которой имидж, образ, бренд становятся факторами изменения городской реальности. Образ города может повлиять на новый приток туристов, а также привлечь необходимые инвестиции в регион и в то же время снизить отток местных жителей [1–4].

В настоящее время активно развивается и реализуется комплексный подход к организации городского пространства. Его основным преимуществом является учет мнения населения по поводу обустройства дворовых территорий и различных общественных пространств. Необходимо также принимать во внимание проблему взаимодействия населения и муниципального управления [5, 6].

Современные тренды активно диктуют развитие территорий парковых зон в городском пространстве. Такие зоны создаются в целях лучшего использования природных

условий для организации культурного отдыха населения и проведения разносторонней культурно-просветительной и физкультурно-оздоровительной работы среди взрослых и детей [7–9].

Влияние парков на повседневное времяпровождение стало немаловажным элементом жизни горожан в урбанизированной среде. Именно поэтому возрастает потребность в «реконструировании» парковых территорий, являющихся местом отдыха для горожан [10]. Реконструкция парка – это адаптация территории к новым условиям с учетом сохранения исторических элементов планировки, что является важной частью современного садово-паркового строительства [11].

Для сравнения представлены проекты внедрения парков в территорию городского пространства. Проект жилой застройки в Самаре – «Олимпик парк» (рис. 1), расположенный в Кировском р-не города рядом с местом проведения чемпионата мира по футболу 2018 г., и проект, являющийся новым общественно-культурным пространством – парк «Зарядье» (рис. 2). Объект возведен на месте гостиницы «Россия» в 2015–2017 гг.

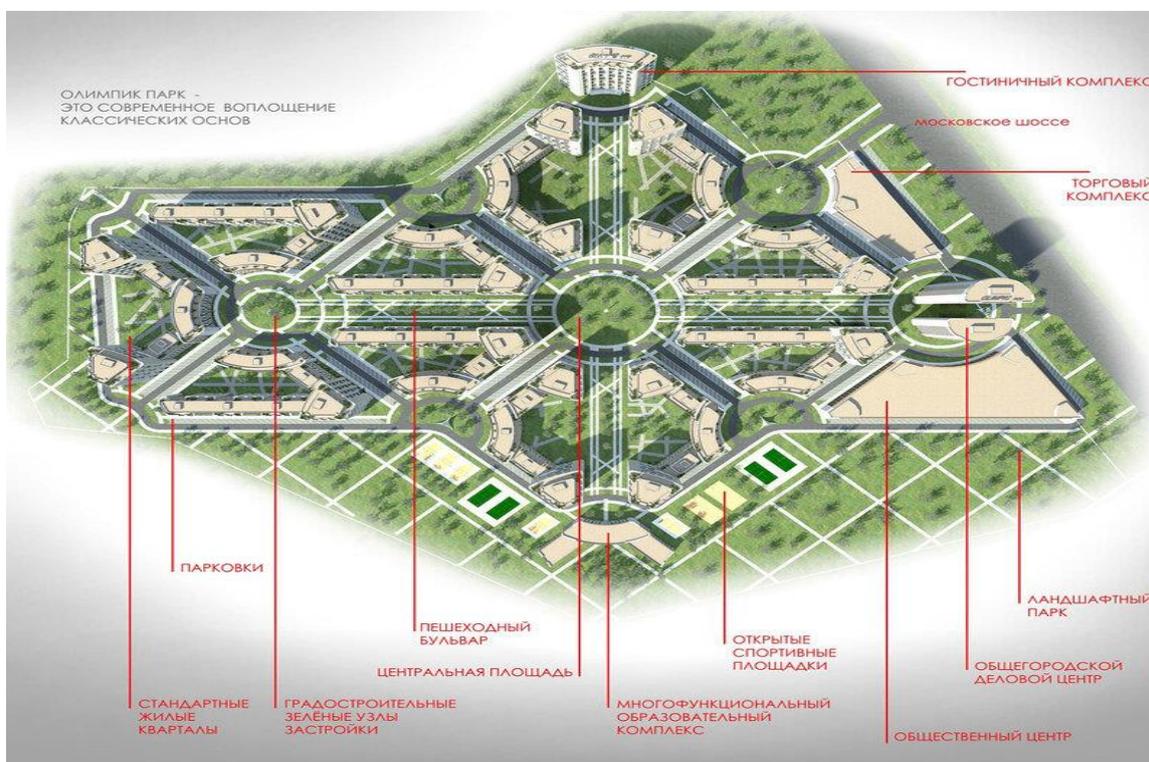


Рис. 1. Проект жилой застройки в Самаре – «Олимпик парк»¹
Fig. 1. Residential development project in Samara – "Olympic Park"



Рис. 2. Парк «Зарядье»² (г. Москва)
Fig. 2. Park «Zaryadye» (Moscow)

Методы

Объект проектирования находится в г. Усолье-Сибирское, расположенном в 70 км к северо-западу от г. Иркутска, на левом берегу р. Ангары, на федеральной автомагистрали Р-255 «Сибирь» и Транссибирской железнодорожной магистрали. Городу Усолье-Сибирское не хватает такого места, где жители и гости города могли бы проводить свободное время и которое могло бы быть центром притяжения и реализации различных культурно-досуговых и экологических потребностей горожан и приезжих.

Территория проектирования определена в старой части города. Проектом предусмотрены реставрация и восстановление объектов, а также организация пространства для культурно-досуговой деятельности населения. На данной территории планируется парковая зона. Архитектурно-планировочную композицию усадебных парков определяли пригородный характер местоположения, структура хозяйства и стремление сохранить и использовать унаследованные элементы. Главными факторами природного местоположения являлось наличие естественного

водоема, возвышенности, леса. Естественный водоем использовался как ведущий элемент композиции, определяющий планировочную структуру, как правило, террасного построения [12, 13]. В некоторых современных проектах наблюдается стремление включить старые сады и парки как активные композиционные элементы в систему планировки новых больших зеленых массивов. Одним из таких проектов и является, например, предложение об организации большого зеленого клина, идущего от периферии к центру г. Москвы. Такие проекты, к сожалению, предусматривают, как правило, восстановление и включение в новую планировку только центральных частей старых парков. В частности, в Москве прекрасные пейзажные композиции «Кусково» и «Останкино», а также левобережная часть Кузьминского парка совершенно не учитывались. Они подвергались перепланировке и уничтожались. Наша задача состоит в том, чтобы сохранить и восстановить садово-парковое наследие.

В данной работе проведено зонирование территории, подготовлен проект благоустройства всей парковой территории, представленный далее на рис. 3–5.

¹Новый проект жилой застройки в Самаре – «ОЛИМПИАД ПАРК» [Электронный ресурс]. URL: <https://samara.livejournal.com/8344698.html> (15.01.21)

²Парк «Зарядье» [Электронный ресурс] // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: <https://stroi.mos.ru/park-zariad-ie?f> (15.01.21)



Рис. 3. Планировка прибрежной части территории озера Молодежное (вид 1)
Fig. 3. Layout of the coastal part of the territory of Lake Molodezhnoye (view 1)



Рис. 4. Планировка прибрежной части территории озера Молодежное (вид 2)
Fig. 4. Layout of the coastal part of the territory of Lake Molodezhnoye (view 2)



Рис. 5. Планировка прибрежной части территории озера Молодежное (вид 3)
 Fig. 5. Layout of the coastal part of the territory of Lake Molodezhnoye (view 3)

Результаты и их обсуждение

На генеральном плане (рис. 3–5) представлен проект с учетом рельефа местности, а также ориентации по сторонам света. Главной идеей оформления парка является поиск наиболее гармоничного сочетания расположения озера и общего ландшафта всей территории.

Парковая зона находится на территории города, поэтому местные жители часто проходят мимо берега, а также самого парка, следовательно, существует необходимость максимального освещения пешеходных дорожек, что и отображается в данном плане. В настоящий момент территория города нуждается в оснащении пешеходными дорожками и уличным освещением. Также необходимо ежегодное обслуживание деревьев и других зеленых насаждений [14, 15].

В теплое время года на площадках и в различных общественных местах г. Усолье-Сибирское проводят физкультурно-оздоровительные мероприятия, а в холода эти же территории используют для зимних видов спорта (например, каток, горки и т.д.).

Самое главное, что у комплекса есть возможность беспрепятственно функционировать, он существует автономно, независимо от других компонентов инфраструктуры города. Жители города будут обеспечены

всеми необходимыми спортивными, а также досуговыми мероприятиями [16, 17].

Все объекты формируют свободный выход с городских застроек к берегу озера Молодежное. Важным вопросом в данный момент является создание единого архитектурного ансамбля, который бы, с одной стороны, отвечал актуальным потребностям жителей города в сфере досуга и отдыха, с другой стороны, не диссонировал с архитектурой этой части города [18]. При планировке архитектурного ансамбля парка перед его авторами стояли задачи создать неповторимый и современный облик комплексов и их элементов и по возможности вписать его в окружающее городское пространство.

Связующей частью комплексов является фонтан и сцена. При этом сцена, выходящая на фонтан и представляющая собой в центральной части криволинейный открытый театр, должна предоставлять возможность проведения на его территории масштабных культурно-развлекательных мероприятий.

Также для уменьшения урона рельефу парка и растительности необходимо изменение водной системы. По статистике около 60% посетителей концентрируются рядом с береговой линией. На посещаемость береговой линии влияют такие факторы, как состояние дна и берега водоема, качество воды, а также ее протяженность [19–20].

Заключение

Парковые зоны очень важны для города, так как способствуют решению проблем, связанных с экологией. Парки необходимы для озеленения города и создания разнообразных условий для отдыха жителей. Находясь в парке, человек остается в городе, но при этом происходит психоэмоциональная разгрузка, а также снижается риск раздражительности, поэтому одно из решений проблем города – это организация парков [21].

Авторами представлен вариант благоустройства парка «Молодежное», отвечаю-

щий современным потребностям горожан. Реконструкция этого парка позволит повысить привлекательность данного района для горожан, а также улучшить образ г. Усолье-Сибирское.

Проект был апробирован и участвовал в научно-теоретической конференции «Проблемы земной цивилизации», приуроченной памяти Н.М. Пожитного. Данная работа заняла второе место и находится в резерве проектов, направленных на улучшение и благоустройство парка «Молодежное» в г. Усолье-Сибирское.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гетманченко О.В., Макогон Л.Н. Архитектурная комбинаторика и формообразование // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. №1 (6). С. 86–97.
2. Ишков А.Д. Строительная отрасль России в показателях Росстата: 2003-2015 годы // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов междунар. науч. конф. 2017. №1. С. 534–536.
3. Nogales E.G. Agro based clusters in developing countries: staying competitive in globalised economy. Rome: Agricultural management, marketing and finance occasional paper, FAO, 2010. 215 p.
4. Портер М. Конкуренция. 2-е изд. М.: Вильямс, 2006. 608 с.
5. Мусихина Е.А., Хохрин Е.В. Сценарное прогнозирование устойчивого развития урбанизированных территорий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 4. С. 97–101.
6. Мамин Р.Г., Щенкова Г.Н., Волшаник В.В. Геоэкология и ресурсные возможности регионов Сибири. М.: АСВ, 2010. 224 с.
7. Leffers D. Conflict in the face of planning? Power, knowledge, and hegemony in planning practice // Planning and Conflict: Critical Perspectives on Contentious Urban Developments / eds. E. Gualini. Oxford: Routledge, 2015. p. 127–144.
8. Низамутдинова З.Ф., Большаков А.Г. Кампус – зеленый остров науки // Доступное и комфортное жилье: проблемы, поиск, решения: материалы экспертного семинара (Иркутск, 30–31 мая 2012 года). Иркутск, 2012. С. 77–86.
9. Murray R. Zero waste. London: Greenpeace Environmental Trust, 2002. 211 p.
10. Нагибина И.Ю., Журова Е.Ю. Значение парковых зон для жителей городской среды // Молодой ученый. 2014. № 20. С. 84–85.
11. Лавров Л.П., Перов Ф.В. «Уместная архитектура». Каприччио на стрелке Васильевского острова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Искусствоведение. 2016. № 4. С. 52–86. (In Russ.) <https://doi.org/10.21638/11701/spbu15.2016.404>
12. Поспелова И.Ю., Корнилов Д.А. Технология теплоизоляционного и сигнального покрытия Smartcover для современных энергетических систем // Жизненный цикл конструкционных материалов (от получения до утилизации): материалы VIII Всероссийской научно-технической конф. с междунар. участием (Иркутск, 26–28 апреля 2018 года). Иркутск, 2018. С. 177–182.
13. Юсупова Л.М. Инвестиционный потенциал региона: сущность и факторы // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. № 9. С. 24.
14. Петрина О.А. Государственная поддержка моногородов в России // Вестник университета. 2015. № 6. С. 151–156.
15. Chernykhivska A. Modern perspectives of development of green economy // Economic Processes Management: International Scientific E-Journal. 2015. № 1. p. 108–115.
16. Петрина О.А., Стадолин М.Е. К вопросу о государственном финансировании реконструкции и модернизации объектов коммунальной сферы // Вестник университета. 2017. № 6. С. 15–19.
17. Сидорова Н.В., Струк Е.Н., Зимина Е.В. Современные бренды как образы города в представлении общественности: анализ исследований на примере города Иркутска // Известия Байкальского государственного университета. 2019. Т. 29. № 2. С. 198–206. [https://doi.org/10.17150/2500-2759.2019.29\(2\).198-206](https://doi.org/10.17150/2500-2759.2019.29(2).198-206)

18. Семенцов С.В. Развитие революционно-го архитектурного авангарда в Петрограде – Ленинграде по градостроительным канонам императорского Санкт-Петербурга. Часть 1. От Петра Великого до В. И. Ленина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Искусствоведение. 2017. № 2. С. 249–272. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu15.2017.207>

19. Стадолин М.Е. Современные тенденции организации благоустройства территорий поселений как основы формирования комфортной городской среды // Государственное и муниципальное управление в Российской

ской Федерации: современные проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов преподавателей, аспирантов и студентов кафедры государственного и муниципального управления. Москва, 2017. С. 140–145.

20. Кулаков А.И., Шишканов В.С., Шишканова М.А. Организация пешеходных туристических маршрутов в исторических городах // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 3. С. 152–156.

21. Kuhn S. Learning from the Architecture Studio: Implications for Project-Based Pedagogy // International Journal of Engineering Education. 2001. № 17. p. 349–352.

REFERENCES

1. Getmanchenko OV, Makogon LN. Architectural combinatorial theory and generation of geometry. *Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2014;1(6):86–97. (In Russ.)

2. Ishkov AD. Construction industry of Russia in Rosstat indicators: 2003-2015. *Integratsiya, partnerstvo i innovatsii v stroitel'noi nauke i obrazovanii: sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*. 2017;1:534–536. (In Russ.)

3. Nogales EG. Agro based clusters in developing countries: staying competitive in globalised economy. Rome: Agricultural management, marketing and finance occasional paper, FAO; 2010. 215 p.

4. Porter M. On Competition. Moscow: Vil'iams Publ., 2006. 608 p. (In Russ.)

5. Musikhina EA, Khokhrin EV. Scenario forecasting of urban land sustainable development. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2013;4:97–101. (In Russ.)

6. Mamin RG, Shchennkova GN, Volshanik VV. Geoecology and resource potential of Siberian regions. Moscow: ASV, 2010. 224 p. (In Russ.)

7. Leffers D. Conflict in the face of planning? Power, knowledge, and hegemony in planning practice. *Planning and Conflict: Critical Perspectives on Contentious Urban Developments* / eds. E. Gualini. Oxford: Routledge, 2015. p. 127–144.

8. Nizamutdinova ZF, Bolshakov AG. Campus – green island of science. *Dostupnoe i komfortnoe zhil'e: problemy, poisk, resheniya: materialy ekspertnogo seminara*. 30–31st May 2012, Irkutsk. Irkutsk, 2012. p. 77–86. (In Russ.)

9. Murray R. Zero waste. London: Greenpeace Environmental Trust; 2002. 211 p.

10. Nagibina IYu, Zhurova EYu. The importance of park areas for urban residents. *Molodoi uchenyi*. 2014;20:84–85. (In Russ.)

11. Lavrov LP, Perov FV. «Appropriate architecture». Capriccio on the Vasilevskiy island Strelka. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Iskustvovedenie = Vestnik of Saint Petersburg University. Arts*. 2016;4:52–86. (In Russ.) <https://doi.org/10.21638/11701/spbu15.2016.404>

12. Pospelova IYu, Kornilov DA. Smartcover thermal insulation and signal coating technology for modern energy systems. *Zhiznennyi tsikl konstruktivnykh materialov (ot polucheniya do utilizatsii): Materialy VIII Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. 26–28th April 2018, Irkutsk. Irkutsk, 2018. p. 177–182. (In Russ.)

13. Yusupova LM. Investment potential of region: the essence and factors. *Sovremennye issledovaniia sotsial'nykh problem (elektronnyi nauchnyi zhurnal)*. 2012;9:24. (In Russ.)

14. Petrina OA. State endorsement of monocities in Russia. *Vestnik universiteta*. 2015;6:151–156. (In Russ.)

15. Chernykhivska A. Modern perspectives of development of green economy. *Economic Processes Management: International Scientific E-Journal*. 2015;1:108–115. (In Russ.)

16. Petrina OA, Stadoln ME. To the question of state financing of reconstruction and modernization of objects of municipal sphere. *Vestnik universiteta*. 2017;6:15–19. (In Russ.)

17. Sidorova NV, Struk EN, Zimina EV. Modern brands as images of the city in the public opinion: an analysis of the research on the example of the city of Irkutsk. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*. 2019;29(2):198–206. (In Russ.) [https://doi.org/10.17150/2500-2759.2019.29\(2\).198-206](https://doi.org/10.17150/2500-2759.2019.29(2).198-206)

18. Sementsov SV. Development of revolutionary avant-garde movement in the architecture of Petrograd – Leningrad according to the rigid town-planning canons of imperial St. Petersburg. Part 1. From Peter the Great to V.I. Lenin. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Iskustvovedenie = Vestnik of Saint Petersburg University. Arts.* 2017;2:249–272. (In Russ.) <https://doi.org/10.21638/11701/spbu15.2017.207>
19. Stadolin ME. Modern trends in the organization of improvement territories as bases of formation of comfortable urban environment. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie v*

Rossiiskoi Federatsii: sovremennye problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh trudov prepodavatelei, aspirantov i studentov kafedry gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya. Moscow, 2017. p. 140–145. (In Russ.)
20. Kulakov AI, Shishkanov VS, Shishkanova MA. Organization of hiking tourist trails in historic towns. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University.* 2015;3:152–156. (In Russ.)
21. Kuhn S. Learning from the Architecture Studio: Implications for Project-Based Pedagogy. *International Journal of Engineering Education.* 2001;17:349–352.

Сведения об авторах

Сидорова Анна Андреевна,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83, Россия,
✉e-mail: anyuta90796@yandex.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2559-4872>

Козлов Валерий Васильевич,
кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83, Россия,
e-mail: c06@istu.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0896-4149>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 18.01.2021.
Одобрена после рецензирования 19.02.2021.
Принята к публикации 22.02.2021.

Information about the authors

Anna A. Sidorova,
Master's degree student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: anyuta90796@yandex.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2559-4872>

Valery V. Kozlov,
Cand. of Architecture, Professor
of the Department of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: c06@istu.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0896-4149>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 18.01.2021.
Approved after reviewing 19.02.2021.
Accepted for publication 22.02.2021.



Стратегии и тактики дизайна городской среды в контексте развития деревянной застройки исторических кварталов Иркутска

© Е.В. Хохрин, С.А. Смольков

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель работы состоит в изучении теоретико-методологических аспектов развития дизайна городских территорий в контексте реализации механизмов трансляции специфической лексики формообразования для локальной культурной традиции. Методы исследования заключаются в разработке локальных стратегий и тактик формирования архитектурно-композиционной идентичности городской среды, которые являются практически малоизученными, в то время как проблемы уникальности развития городских территорий являются приоритетными в современном урбанизме. Особое внимание уделено проблемам формирования, сохранения и развития дизайна городской среды, а также решению задач нативного устройства современных урбанизированных пространств. Решение данных задач позволяет оптимизировать выбор сгенерированных вариантов, что особенно актуально в процессе проектирования урбанизированных территорий. Представленные в статье аспекты городской идентичности исторической среды культурно-общественного центра сибирского поселения позволяют оперировать различными типами размерных величин, от формирования спектра параметров до их сопоставительной оценки, и получать в результате систему критериев соответствия исходной ситуации композиции заданному эталону. Результаты исследования подтвердили существующие теоретические положения, доказав тем самым эффективность исследования.

Ключевые слова: дизайн городской среды, городская идентичность, городская общность, образ города, городской символ, стили города, проектный процесс, метадиизайн, регенерация художественного образа, реновация городской среды.

Для цитирования: Хохрин Е.В., Смольков С.А. Стратегии и тактики дизайна городской среды в контексте развития деревянной застройки исторических кварталов Иркутска. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 174–191. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-174-191>

Strategies and tactics of urban environment design in the context of the development of wooden buildings in the old city of Irkutsk

Eugeniy V. Khokhrin, Sergei A. Smolkov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The purpose of this research is to study the theoretical and methodological aspects of the development of design in urban areas in the context of the implementation of tools for the translation of specific vocabulary of shaping for the local cultural tradition. The research methods comprise the development of local strategies and tactics for the formation of the architectural and compositional identity of the urban environment, which are practically poorly studied, while the problems of the uniqueness of development of the urban areas are a priority in modern urbanism. Particular attention is paid to the problems of the formation, preservation, and development of the urban environment design, as well as solving the problems of the native arrangement of modern urbanized spaces. Solving these problems allows optimizing the choice of generated options, which is especially important in the process of designing urbanized areas. The aspects of the urban identity of the historical environment of the cultural and social center of a Siberian settlement presented in the paper make it possible to operate with various types of dimensional quantities, from the formation of a spectrum of parameters to their comparative assessment, and as a result, a system of criteria for the compliance of the initial situation of the composition with a given benchmark. The results of the study confirmed the existing theoretical positions, thereby proving the effectiveness of the study.

Keywords: urban environment design, urban identity, urban community, city image, urban symbol, city styles, design process, meta-design, artistic image regeneration, urban environment renovation

For citation: Khokhrin EV, Smolkov SA. Strategies and tactics of urban environment design in the context of the development of wooden buildings in the old city of Irkutsk. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):174–191. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-174-191>

Введение

В настоящей работе мы придерживаемся понимания современного дизайна¹, который, по сути, представляет концептуальную схему инновационной организации проектной деятельности, нацеленной на формирование и развитие социокультурной структуры городской техноэкономической сферы или, другими словами, стратегического проектирования и конструирования в области художественного формообразования городской среды в контексте развития самобытной деревянной застройки исторических кварталов Иркутска.

Таким образом, это чистое, уникальное пространство проектной мыследеятельности, в котором нет готовых штампов и шаблонов. Проектировщикам нужна инновационная терминология для идентификации себя, собственной проектной деятельности и её продукта. В этом случае метадиизайн в контексте дизайна городской среды – это термин, не позволяющий случайным образом интерпретировать возникающие смыслы, но именно поэтому «... он ничего не анонсирует», но «...приоткрывает дверь в непознанное»².

Определение понятия технологически включает механизм исследования и понимания, а не только оценки. Дизайн, как синоним творчества в его первозданном, аутентичном смысле, состоит из ряда практических инструментов, связанных с проектированием

форм концептуального мышления в специфику противоречий исходной ситуации в рамках органического синтеза художественного и технического творчества, которые составляют ядро проектного типа мышления с гуманитарными целями. Тем самым дизайн городской среды становится концептуальной основой, нацеленной на определение и создание социально-экономических и художественно-промышленных инфраструктур в новых формах коллективного творчества.

С точки зрения методологии цель такого типа дизайна состоит в том, чтобы транслировать невероятные возможности коллективной мыследеятельности в перспективы развития городских территорий деревянной застройки исторических кварталов, в рамках сотрудничества проектировщиков и мультидисциплинарной деятельности проектных групп городского дизайна [1].

Как проектный подход, метадиизайн изначально был сформулирован как подход автоматизированного промышленного дизайна в рамках теории сложности информационных систем в ходе моделирования метапроцессов³ дизайнером из Голландии Андрисом Ван Онком⁴ в 1963 году. Тогда же в Ульмской Школе дизайна⁵, а несколько позже в Миланском техническом университете⁶ и других академических, творческих и научно-исследовательских подходах использовали термин «метадиизайн», например, в рамках «биологического подхода» Умберто Матурана⁷

¹Метадиизайн — это концептуальный дизайн в условиях эпохи метамодерна, механизм развития и онтологическая система эстетических и психологических постулатов, которая способна сгенерировать специфический ключ решения проблем в любой области художественно-проектной деятельности.

²Центр современной скульптуры и дизайна «Метаобъект» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meta-object.com>.

³Моделирование метапроцесса – тип метамоделирования, используемого в программировании и системном проектировании для анализа и строительства моделей, применимых и полезных для некоторых predetermined проблем (Моделирование метапроцесса [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <http://ru.knowledgr.com/00951388/>).

⁴Андрис Ван Онк (Andries Van Onck) – всемирно известный дизайнер метамодерна. Среди учителей Андриса Ван Онка был Геррит Томас Ритвельд. Итальянский период Андриса начался с работы в *Olivetti* под руководством Этторе Соттсасса.

⁵Ульмская Школа дизайна (нем. Hochschule für Gestaltung Ulm) была колледжем дизайна в г. Ульме, Германия.

⁶Миланский технический университет (итал. Politecnico di Milano) – самый крупный технический университет Италии. В нём обучаются около 40 000 студентов.

⁷Умберто Матурана (род. 14 сентября 1928 г. в Сантьяго, Чили) является чилийским биологом и философом. Многие считают его членом группы второй волны «cyberneticians» вместе с Хайнцем фон Ферштером, Гордоном Пэском, Гербертом Брюном и Эрнстом фон Глазерсфельдом (Умберто Матурана [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <http://ru.knowledgr.com/03814282/УмбертоМатурана>).

и Франсиско Варела⁸, а также социального техноподхода Фишера⁹ и направления технополитики Пола Вирилио¹⁰.

Дизайн городской среды был представлен как структурированный творческий процесс в работах Герхарда Фишера, Пола Вирилио и научных исследованиях Кайо Вэссао¹¹, а также в других направлениях, основанных на более широком экспериментально-информационном материале от «философии постструктуралиста»¹², экологии СМИ Нила Постмена¹³ до «Языка прототипа» Чарльза Дженкса¹⁴, «Языка Шаблонов» К. Александра¹⁵ и философии «глубокой экологии»¹⁶. Это многообразие направлений исследований и подходов обосновано бесчисленными интерпретациями, полученными из анализа этимологической структуры самого понятия.

Изменение роли городов в глобальном

контексте, межгородская конкуренция, деградация социокультурного пространства, транснациональные миграции обуславливают потребность в осмыслении феномена городской идентичности¹⁷ [2, 3]. В целях повышения уровня объективности оценки Правительством разработаны критерии качества урбанизированной среды и механизм формирования территориальной идентичности сибирского города на примере Иркутска, изложенные в Методике оценки качества городской среды проживания.

Материалы и методы

Культурный контекст и терминологическая база концепции дизайна городской среды в контексте развития деревянной застройки исторических кварталов составляют основу для проведения исследования городской культуры современного общества и наследуют стремление концептуализировать настоящее, транслировать его в городскую историю и присвоить ему

⁸Франсиско Хавьер Варела Гарсия (7 сентября 1946 – 28 мая 2001) был чилийским биологом, философом и нейробиологом, который вместе с его учителем Умберто Матураной известен прежде всего представлением понятия «самопроизводство» в биологии. Был соучредителем Института Мышления и Жизни, способствовал развитию диалога между наукой и буддизмом (Мышление и жизненный институт [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <http://ru.knowledgr.com/11844051/МышлениеИЖизненныйИнститут>).

⁹Герхард Фишер (род. 1948) является немецким программистом, профессором информатики Института когнитивистики и основателем и директором Центра изучения *LifeLong Learning & Design (L3D)* в университете Колорадо, Валуна.

¹⁰Пол Вирилио (род. 1932) – французский культурный теоретик и урбанист. Он известен прежде всего своими письмами о технологии, которая развилась относительно скорости и власти, с разнообразными ссылками на архитектуру, искусство, город и вооруженные силы (Пол Вирилио [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <http://ru.knowledgr.com/00383856/ПолВирилио>).

¹¹Metadesign e Complexidade – Caio Vassão / Movements [Электронный ресурс]. URL: <https://caiovassao.com.br/2018/10/10/metadesign-e-complexidade-caio-vassao-movements/>.

¹²Постструктурализм – понятие, сформулированное американскими исследователями для обозначения разнообразных работ середины XX века, которые приобрели известность в 1960-х и 1970-х. Главная тема постструктурализма – нестабильность в гуманитарных науках из-за сложности отношений между людьми и нестабильности объединяющих их структур (Постструктурализм [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <https://ru.knowledgr.com/00016526/Постструктурализм>).

¹³Нил Постмен (8 марта 1931 – 5 октября 2003) – американский автор, теоретик СМИ и критик культуры, который стал известен, опубликовав свою книгу о телевидении в 1985 году (Нил Постмен [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <http://ru.knowledgr.com/00196535/НилПостмен>).

¹⁴Чарльз Александер Дженкс (англ. Charles Alexander Jencks; 21 июня 1939, Балтимор, США — 13 октября 2019) – американский архитектор, стоявший у истоков и разрабатывавший теорию постмодернизма в современной архитектуре; архитектурный критик; историк архитектуры; автор многочисленных статей и монографий; практикующий архитектор, ландшафтный дизайнер.

¹⁵Кристофер Вольфганг Александер (англ. Christopher Wolfgang Alexander; род. 4 октября 1936, Вена, Австрия) – архитектор и дизайнер, создатель более 200 архитектурных проектов в Калифорнии, Японии, Мексике и в других частях мира. Создал и внедрял на практике в сотрудничестве с Сарой Исикава и Мюрреем Сильверстайном «язык шаблонов» в архитектуре. В 1958 переехал из Англии в США, жил и преподавал в Беркли, Калифорния с 1963. Профессор Калифорнийского университета. В настоящее время проживает в Арундел, Суссекс, Великобритания.

¹⁶«Глубокая экология» – современная экологическая философия, характеризующая защитой врожденной ценности живых существ, независимо от их инструментальной полезности для потребностей человека, и защитой для радикальной реструктуризации современных человеческих обществ в соответствии с такими идеями. «Глубокая экология» утверждает, что мир природы – тонкий баланс сложных взаимосвязей, в которых существование организмов зависит от существования других в пределах экосистем. Человеческое вмешательство или разрушение мира природы представляют угрозу не только для людей, но и для всех организмов, составляющих естественный порядок (Глубокая экология [Электронный ресурс] // ru.knowledgr.com. URL: <http://ru.knowledgr.com/07497629/ГлубокаяЭкология>).

¹⁷Городская идентичность является локальной формой территориальной идентичности, фиксирует устойчивое представление человека о себе как о жителе определенного города, рождает непосредственное переживание связи с городом, сопричастности его жителям.

собственное имя. Эта тенденция связана со стремлением упорядочить неустойчивую аксиосферу¹⁸ жизни городского сообщества, найти исходные основы собственного бытия и удержать равновесие в постоянно ускользающем настоящем.

Представление о стиле городской среды включает и отношения субъекта исследования с иными «несредовыми» стилистическими явлениями в процессе культурно-исторического развития типологии уникальных форм городских пространств центра исторического города. Отражение в творческом пространстве мыслительной деятельности дизайнера динамически меняющихся форм художественной культуры городских пространств формирует уникально организованную архитектурно-дизайнерскую среду, в которой работа воображения может развиваться в рамках и границах требуемых условий проектного процесса целостным осмыслением действительности. Художественно-образная концепция городского стиля строится на структурно-логическом анализе специфических аспектов развития деятельности и циклического функционирования носителя стиля. В основе концепции заложены современные представления и множественные типологии знаний о структуре внешних связей и формах связанности внутренней организации городского организма в единое целое, а также системное понимание и технологическое конструирование механизмов развития собственных типов деятельности потребителя в его развитии и самоидентификации.

Иными словами, стилистическая специфика объекта проектирования и манера дизайна субъекта проектной деятельности, им организованной, определены, в первую очередь, тем, как он, субъект воспроизводства городского стиля, формирует себя в отношениях с проектируемой средой архитектурно-градостроительных комплексов и организуемых ими функций, а также способом реагирования городской среды на его деятельность. Таким образом, в типологию определения «стиля» и сформированного им понимания концептуальности проектного мотива дополнительно вводятся два диалектически связанных концепта:

а) концепт «морфология» – собственно содержание и материализация проектных идеологий в сознании проектировщика;

б) концепт «синтаксис» – кодекс или свод правил построения пространственно-композиционной структуры объекта проектирования и дизайна в рамках генезиса единого смыслового поля, но при этом комплексно сориентированный на разные типологии и системы деятельности – целеполагающую, традиционно культурно-историческую и инновационно ценностно-аффективную, мифопоэтическую, художественно-эстетическую и пр.

С введением подобного рода функциональных типологий и структурных построений формируются дополнительные ресурсы презентации дизайна внутренней среды города в аспекте развития многообразия взаимосвязанных пространств творческих концепций, стилистическая разнонаправленность которых обеспечивает технологическую уравновешенность и смысловую завершенность культурного пространства города, которая в противном случае бы зрительно расслаивалась и саморазрушалась. В целом надо заметить, что стилевая составляющая урбанистики определяется нормативной связанностью процесса формирования и структуры наполнения пространства городской среды.

Общие требования к единому стилю объектов городского дизайна

До настоящего времени в иркутской городской администрации благоустройство общественных пространств и дворовых территорий, особенно для деревянной застройки, строительства и ремонта проездов тротуаров, лестниц, мест парковок, линий освещения исторических кварталов осуществлялось в рамках отдельных мероприятий муниципальных программ города Иркутска «Экологичный город на 2013–2019 годы» (подпрограмма «Комфортная городская среда», подпрограмма «Зеленый город»), «Дороги города Иркутска на 2013–2019 годы», «Системы жизнеобеспечения города Иркутска на 2013–2019 годы» (подпрограмма «Светлый город»). Формирование архитектурного облика города осуществлялось в рамках подпрограммы «Архитектура и дизайн городской среды» муниципальной программы города Иркутска «Градостроительная политика на 2013–2019 годы». Благоустройство общественных пространств было реализовано преимущественно за счет привлекаемых внебюджетных источников в рамках муниципально-частного партнерства.

Систему требований, их состав и содержание отдельных норм единого городского стиля объектов архитектурно-пространственной среды необходимо рассматривать с позиций струк-

¹⁸ Аксиосфера (от греч. ἀξία – «ценность») – сфера ценностей и норм человеческого общества – духовное образование, которое включает ценностные ориентации, обеспечивающие самосохранение и развитие человека в пространстве-времени.

турно-функциональной оптимизации взаимодействия стилистики отдельных объектов дизайна и историко-культурной архитектурной среды, художественно-образной организации множественных параметров дизайна системообразующих элементов исторического города, функционирующих в архитектурно-пространственной среде и взаимодействующих с предметно-вещным комплексом проектируемого фрагмента и его цветосветовой средой. Для простоты понимания определим, что форма – это внутренняя организация содержания объекта проектирования, где содержанием выступает функция объекта проектирования.

Таким образом, разработка регламента представляет потенциал применения стратегии и тактики дизайна городской среды в контексте развития деревянной застройки исторических кварталов Иркутска в качестве инструмента формирования художественного образа города.

Определяющим моментом в решении этой задачи выступает комплексная организация визуальной характеристики дизайна городской застройки в момент развёртывания композиционной связанности с архитектурно-пространственной средой:

1. Эффективность проекта городского дизайна обуславливается его неразрывной связью с архитектурой города, то есть взаимозависимостью формальной организованности дизайна городской среды от художественных качеств архитектурной композиции зданий и их комплексов, собственно городской среды и влияния на архитектуру города отдельных элементов дизайна, эмоционально подчёркивающих её художественно-образный строй.

2. Закономерности художественной реализации отдельных архитектурных комплексов развёртываются в их неразрывной связи с функциональной и планировочной организацией застройки. Такая внутренняя связанность объекта проектирования обуславливает построение процедур дизайна среды по принципу «структурно-модульного идеирования». Важным моментом является обеспечение формально-стилевого разнообразия визуальных характеристик с учетом повышения эмоционального воздействия городской среды на потребителя. Такая активность должна обеспечивать стилистическое единство городского образа или способствовать нейтрализации отрицательных качеств застройки.

3. Предпроектный анализ дизайна исходной ситуации городской среды раскрывает

художественные качества архитектуры тогда, когда проблемы в проектировании формируются с учётом специфики конкретного композиционного строя архитектурного пространства и дизайна городской среды.

4. Тогда проектное решение обеспечивает реализацию важной организующей и корректирующей роли в сомасштабной организации пространства городской среды в зависимости от использования композиционных приёмов – ритма, пластики, колористики, сомасштабности и цветосветовой модуляции городских пространств с раскрытием художественно-эмоциональной характеристики архитектурно-дизайнерских комплексов застройки городской территории.

Повышению художественных характеристик объектов городского дизайна в условиях художественного формообразования урбанизированной среды способствует образно-пластическая разработка отдельных элементов. Этой разработке присущи свои закономерности, которые характеризуют:

- достижение неразрывного единства в форме объектов визуальной информации, утилитарного и художественного, и обеспечение на его основе эмоционального воздействия этой формы на зрителя;
- гармоничное сопоставление элементов композиции при сохранении целостности фасадов зданий;
- подчинение композиции информационных объектов фасадам зданий;
- выявление пространственного характера формы информационных объектов, отвечающего её восприятию в городе;
- раскрытие сложной масштабной характеристики объектов визуальной информации с учётом установления их соразмерности окружающему пространству, зданиям и человеку;
- выявление тектонических свойств формы информационных объектов за счёт органического сочетания её конструктивных элементов тектоники фасадов зданий;
- разработка световой формы с учетом выявления пластических особенностей разных видов света, а также их выразительного сочетания с общей подсветкой фасадов;
- применение динамических видов изображений не столько информационно, сколько образно.

Порядок и содержание работ по благоустройству территорий и формированию городского стиля

Благоустройство общественных территорий города Иркутска предусматривает на общественных территориях:

– строительство, ремонт дорожных покрытий, проездов, тротуаров, беговых и велосипедных дорожек, бортового камня, лестниц, мест парковок, линий наружного освещения;

– архитектурную подсветку;

– установку и ремонт объектов внешнего благоустройства;

– благоустройство амфитеатров, зон для отдыха (пляж, площадь);

– озеленение общественных территорий;

– установку и монтаж произведений монументально-декоративного искусства и монументально-декоративной живописи, архитектурных композиций и прочее [4].

Общественное участие городского населения реализуются в соответствии со следующими принципами:

– необходимо активизировать все формы участия граждан и организаций, с наиболее полным включением всех заинтересованных сторон, а также выявить их истинные интересы и ценности в достижении согласия по целям и программам разработки и внедрения комплексных проектов благоустройства дворовых и общественных территорий;

– открытые обсуждения проблем общественных пространств, подлежащих благоустройству, а также и проектов благоустройства этих территорий;

– решения, касающиеся благоустройства общественных территорий, должны приниматься открыто и гласно, с учётом мнения большинства жителей города Иркутска¹⁹;

– для повышения уровня информирования граждан города о концепциях проектов благоустройства общественных и дворовых территорий создан раздел на сайте городской администрации, посвященный приоритетному направлению по решению проблем реализации федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» в городском округе Иркутска.

Еще одной важной категорией для понимания контекста ситуации, которую мы будем рассматривать, является категория «травмы» – постмодернистское мироощущение неизбежности катаклизмов эпохи. Общий термин, описывающий новую эпоху и объединяющий остальные, звучит как «постпостмодернизм», под прикрытием которого оказались *альтермодерн*²⁰, *гипермодерн*²¹, *трансмодерн*²², *диджимодерн*²³ и *метамодерн*. Каждый из них претендует на уникальность описания настоящего.

Лидирует в дискуссиях о процедурах и методах описания современной действительности концепция метамодернизма. Из уникальной позиции в рамках трансмодернистского дискурса²⁴, транслирующего глобальные социальные изменения, метамодерн оборачивается полноценной социогуманитарной парадигмой. Главным симптомом конца эпохи становится «переход от иронии к постиронии» в качестве главного инструмента описания окружающего мира. По словам литературоведа Ли Константину, «постирония пытается решить проблемы, которые были поставлены в социальной и культурной жизни иронией, в свое время ставшей ответом на все возникающие вопросы»²⁵. В то же

¹⁹Приоритетный проект «Формирование комфортной городской среды» [Электронный ресурс]. URL: <https://fkgs.admirk.ru>.

²⁰Альтермодерн (altermodern: alter в пер. с лат. – «другой», modern – «современный») – термин, определяющий новую культурную парадигму, сформированный куратором Николя Буррио. Определение также является названием одноименной выставки – *Altermodern: Tate Triennial 2009*. Открывшаяся 3 февраля 2009 года в лондонской галерее выставка актуального британского искусства «Тейт триеннале» проходит под лозунгом «Постмодернизм умер».

²¹Гипермодерн (hypermodernity), супермодерн (supermodernity) – это тип, мода или стадия общества, которые отражают инверсию современности, в которой функция объекта имеет свою опорную точку в виде объекта, а не функции, являющейся точкой отсчета для формы. Гипермодернизм определяет мир, в котором объект был замечен атрибутами объекта. Новый мир, основанный на атрибутах, обусловлен ростом технологий и стремлением к сближению технологий и биологии и, что более важно, информации и материи (Гипермодерн [Электронный ресурс] // HiSoUR: История культуры. URL: <https://www.hisour.com/ru/hypermodernity-34462/>).

²²Трансмодерн – это философское и культурное движение, которое основал Энрике Дуссель Доминго Амброзини – аргентинский и мексиканский ученый, философ, историк и богослов; представитель теологии и философии освобождения, находящейся под влиянием марксизма; временный ректор Автономного университета Мехико с 2013 по 2014 годы (Трансмодернизм [Электронный ресурс] // HiSoUR: История культуры. URL: <https://www.hisour.com/ru/transmodernism-34663/>).

²³Диджимодернизм в «культурном ландшафте» пост-постмодернизма (концепция А. Кирби). Говоря о цифровых технологиях, мы обычно говорим как о чем-то, что мы используем для выполнения своих целей и задач.

²⁴Трансмодернизм – это философское движение, основанное аргентинским философом Энрике Дюсселем. Он написал серию эссе, критикующих теорию постмодерна и отстаивающих трансмодернистский образ мышления. Трансмодернизм – это развитие мысли после периода постмодернизма; как движение, оно также развилось из модернизма, и, в свою очередь, критикует современность и постмодернизм, рассматривая их как конец эпохи модернизма (Трансмодернизм [Электронный ресурс] // HiSoUR: История культуры. URL: <https://www.hisour.com/ru/transmodernism-34663/>).

время городское сообщество испытывает тотальную негативную усталость от всеобщего релятивизма сложения мозаики реальности и доминирующей иронии, исключая в человеческом бытии всё сакральное, духовное или фундаментальное. На пике эпохи просвещения максимально точно духовные смыслы своего времени сформулировал К. Маркс: «философы лишь различным образом объясняли мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его»²⁶.

Специфика объекта исследования состоит в акцентуации метамодерном чувственного восприятия, в том числе проявления особых форм его теоретизации, некоей интуитивности, которая граничит с исключительным отказом от «научности» философии и математической логики форм мышления или методов. Основная цель этой публикации – «проговаривание» собственных инновационных размышлений «вслух», а также открытие иных пространств научного поиска и философского исследования, с одномоментным отдалением и рассеянием горизонта познания, а не только создание глубоко проработанной и убедительной концепции.

Проблематика языка становится «ядерной» в исследовании сознания человека через построение гуманитарного знания, и к концу столетия от отношений «означающего» к «означаемому» немного осталось. Деконструкция показала зыбкость как всей структуры, так и отдельных построений её частей, постепенно превратившихся из системы знаков в отдельно осмысляемые симулякры²⁷. Мы получили описательный язык, лишенный описания, на котором трудно выразить что-либо новое, но возможно бесконечно воспроизводить копии копий и заниматься постпродукцией и коллажированием²⁸ уже имеющего быть, сказанного и увиденного или, другими словами, в постмодернизме технически реализована замена объективной истины плюрализмом мнений. Таким образом, этика и эстетика становятся актуальными разделами философии: этика –

в качестве мерил универсальных ценностей, эстетика – как инструмент поиска новых чувственных понятий и категорий, переосмысления старых и фиксирования новых категорий структуры чувств. Если же обратиться к этимологии понятия эстетики – «ощущение, чувствование», то следует помнить, что до 1750 года, когда А.Г. Баумгартен²⁹ написал свою «Эстетику», этот раздел существовал совместно с философией, или, лучше сказать, что философия не существовала вне эстетики – они были единым полем мысли. Онтологию А.Г. Баумгартен определяет как науку об общих предикатах сущего (лат. *Scientia praedicatorum entis generaliorum*), которая является составной частью метафизики наряду с космологией, психологией и естественной теологией. В 1735 году А.Г. Баумгартен впервые ввёл термин «эстетика» (лат. *aesthetica*; от древнегреч. *aisthetikos* – «чувственно воспринимаемый»), обозначив им философскую науку о чувственном познании (лат. *scientia cognitionis sensitivae*), постигающем и создающем прекрасное и выражающемся в образах искусства. В понятие «чувственность» А.Г. Баумгартен включал не только ощущения, но и эмоции, память, интуицию, остроумие, воображение. Совершенство, или красоту, он усматривал в согласии трёх основных элементов: содержания, порядка и выражения. Соответственно, эстетика делилась А.Г. Баумгартеном на три части:

- эвристика – учение «о вещах и предметах мысли»;
- методология – учение об организации художественного произведения;
- семиотика – учение об эстетических знаках.

Из возможных версий наименования этой эпохи выбор пал на «метамодернизм», потому что он не только стал широко популярен в творчестве голливудского актёра и художника Шайа Лабафа³⁰, но и в российском сегменте нашел множество последователей. У метамодернистов появились все возможности сделать решительный шаг к формированию новой методологии, и методология эта лежит на стыке науки,

²⁵Павлов А. Образы современности в XXI веке: Метамоде́рнизм // Логос. 2018. Т. 28. № 6. С. 1–19.

²⁶Маркс К. Тезисы о Фейербахе // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 42. С. 266.

²⁷Симулякр (от фр. *simulacre*, от лат. *simulacrum* < *simulo* – «изображение» от «делать вид, притворяться») – обозначение или имитация чего-либо, неполноценная копия.

²⁸Коллажирование, как и любая визуальная техника, даёт возможность раскрыть потенциальные возможности человека, предполагает большую степень свободы, опирается на положительные эмоциональные переживания, связанные с процессом творчества.

²⁹Александр Готтлиб Баумгартен (нем. *Alexander Gottlieb Baumgarten*; 17 июля 1714 – 27 мая 1762) – немецкий философ, последователь Лейбница и Вольфа, автор термина «эстетика».

³⁰Шайа Саид Лабаф – американский актёр, начавший сниматься в кино еще в подростковом возрасте, но приобретший всемирную известность несколько позднее благодаря кинофильмам «Трансформеры», «Паранойя», «Опасная иллюзия».

искусства и производства – как в смысле *art&science*, т.е. точных наук, так и *art&studies*, т.е. гуманитарных исследований.

Мы рассмотрели не только влияние инновационных технологий и модернистских концепций на искусство, но и рост потребности интегрировать художественные формы и методы в прогрессирующее развитие гуманитарной мысли с тем, чтобы именно искусство становилось методом исследования современности и её «структуры чувств». Другими словами, настоящий социум, как момент современности, не может быть описан логосным³¹ метаязыком, поскольку язык следует за мыслью с опозданием. В этом случае выявляется потребность использования языка визуальных художественных образов, жестов, звуков и поэтики личного опыта в каждый момент прошедшего и настоящего времени.

Этот утопичный проект представляет собой слияние и смешение различных дисциплин, но не может стать исследованием, искусством или философией культуры, так как становится неотличим от «проживания собственной жизни», несмотря на попытки авангарда нивелировать искусство и жизнь. Но такой подход может направить исследования культуры к формированию фундаментальной образности в языке архитектуры подобной тому, что так остро ощущается при чтении на древнегреческом, санскрите, старославянском и других древних языках во всей их уникальной непереводаемости и образной многозначности лексем. Именно поэтому создатели идей и концепций метамодернизма употребляют приставку *meta*~, что в переводе означает и «между», и «за», и «после».

Чтобы всё-таки построить логику связи философии XX века и настоящего момента, философы-метамодернисты расширяют собственную концептуальную сферу, используя понятие «атмосфера». В эстетический дискурс начала 2000-х гг. ввел понятие атмосферы немецкий философ Гернот Бёме, он описал те качества, которыми наполняется пространство коммуникации двух субъектов или субъекта – объекта, в форме интерсубъективного³² чувства. «Атмосфера – это переживание до осмысления, являю-

щееся общей реальностью для субъекта и объекта восприятия. Не формы сами по себе действуют на созерцателя, а атмосфера, созданная посредством их сочетания» [5]. Эта инновационная эстетика Бёме выстраивается вокруг взаимоотношений между свойствами среды и состояниями человека. В этом смысле искусство создает атмосферы для наработки совместного опыта, в чем и обнаруживает отличие атмосферы от ауры произведения искусства Вальтера Беньямина³³, призванной отделить произведение искусства от утилитарной вещи.

Результаты и их обсуждение

«Новый романтизм метамодернизма – это романтизм поколения, выросшего в 90-е на диете из “Симпсонов” и “Южного парка”, для которого постмодернистская ирония и цинизм – нечто само собой разумеющееся, по умолчанию присутствующее в самом способе видения мира, и, несмотря на это, или скорее именно из-за этого, стремящегося к искреннему и конструктивному, прогрессистскому самоосуществлению» [4, с. 65] – так Е.С. Григорьева точно подмечает позитивное настроение метамодернистской эпохи. Люди этой эпохи стремятся освободить свое позитивное мышление, и здесь возникает конкретизация новой чувственности метамодерна, точнее – понимание её как «новой искренности».

Дизайн городской среды эпохи метамодерна – это смелая попытка осмыслить настоящий момент. Основной концепт для формирования идеологии дизайна городской среды – это «структура чувств» – эксклюзивное состояние погружения в «здесь и сейчас» до момента его сущностного осмысления. Сложность постановки исследовательской и творческой задачи отражена в незавершенной целостности теоретической базы концепции, которая, однако, имеет последователей в профессионально-творческом сообществе. Такой фундаментальной задачей художника-исследователя становится проектирование и конструирование «атмосфер», то есть создание условий для «проживания определенного чувственного опыта» в обход устоявшихся языковых и смысловых норм, недостаточных для описания окружающего мира. Критика понятия «атмосферы» ссылается на установку искренности как «новой идеи», где обоснование этого момента мы можем найти в нециклическом восприятии хода истории, утвер-

³¹ Логос (от др.-греч. λόγος – «слово, мысль, смысл, понятие, число») – понятие древнегреческой философии, означающее одновременно «слово» (высказывание, речь) и «понятие» (суждение, смысл).

³² Интерсубъективность – особая общность между познающими субъектами, условие взаимодействия и передачи знания (или значимости опыта познания) одного для другого.

³³ Беньямин В. Произведение искусства в эпоху его технической воспроизводимости. Избранные эссе. М.: Медум, 1996. 121 с.

ждающем непохожесть одного момента времени на другой.

Позитивные тенденции метамодерна объясняют его широкое распространение в отличие от спекулятивного реализма, трансцедентального нигилизма Брасье³⁴ и идей темной экологии. Последователи всех этих течений одновременно рассуждают о разном: спекулятивные реалисты выходят в постфилософию³⁵ через усиление критической мысли и усложнение логосных концепций, а метамодернисты решают изменить сам метод и уйти от идеологической строгости, основываясь лишь на чувствах. Другими словами, метамодерн – это «легкая» философия, которая легко понимается на интуитивном уровне и не требует сложных познаний в истории гуманитарной мысли.

Промышленная революция и расширение городских территорий приводит к исключительному феномену урбанизации – появлению «фигуры постороннего» – не друга и не врага. При этом «господство постороннего может быть сполна оценено только в контексте распада корреляции между социальным и физическим пространством, вызванного современной урбанизацией» [6]. Город становится пространством, где остро ощущается «одинокость в толпе». Горожане оказываются посторонними в построенном ими «бездушном» пространстве. Город – «место одинокое и, если признать это, становится ясно, что одиночество – совсем не обязательно физическое уединение: это отсутствие или скудность связи, сплоченности, родства, невозможность по тем или иным причинам обрести всю необходимую близость» [7]. Так город становится местом «невстреч».

Метамодернизм основан на конструировании иной сакральности, объединяющей людей в их повседневности, где личные взаимоотношения становятся главной ценностью, а доверие – разменной монетой современного мира. Метамодерну, в сравнении с постмодерном, присуща более мягкая, «мерцающая» эстетика, он развивает в человеке чувственность и возрождает духовность, возвращает ценность общения и личных связей, противопоставляет бездушию цифрового мира.

Метамодернизм описывает настоящее в рамках имеющихся художественных методов в диалектическом единстве с научными и техническими формами мышления, где синкретичность³⁶ окружающего мира влияет и на образование. Это проявляется через междисциплинарность³⁷, концепцию *long-life learning*³⁸, рассеивание практики современного образования в повседневности, где происходит размывание границ «обучения и не-обучения» и пр. Базовые знания, умения и навыки для «дигитального» человека – это свободная ориентация в информационных потоках, способность к обучению, тренинг на концентрацию внимания и развитие критического отношения к окружающему миру. Следуя концепции единства формы и содержания³⁹, мы утверждаем, что о любом предмете нужно говорить специфическим для его описания языком. Бывает очень сложно организовать продуктивное рассуждение о проблемах современности в рамках существующей практики государственных образовательных программ, поскольку современная культура не имеет ни идеологического, ни религиозного стержня. По поводу метамодерна необходимо мыслить легко и свободно, комбинируя «язык разума с языком поэзии, соединяя логос и чувство» [6]. Все эти процессы происходят на фоне отчужденно-

³⁴Рэй Брасье (фр. Ray Brassier, род. в 1965) – британский философ франко-шотландского происхождения, профессор Американского университета Бейрута (Ливан), работающий в направлении философского реализма. Также известен как один из основателей спекулятивного реализма.

³⁵Постфилософия – последовательное и целенаправленное изложение развития европейской мысли через раскрытие идей и фигур ключевых её творцов, написанное увлекательным языком (Дугин А.Г. Постфилософия. Три парадигмы в истории мысли. М.: Евразийское движение, 2009. 744 с.)

³⁶Синкретичность (от греч. *synkrytismos* – «совокупность»): 1) нерасчлененность, недостаточно развитое состояние какой-либо системы (например, натурфилософия, включавшая в себя все знания о природе); 2) смешение разнородных явлений, эклектика.

³⁷Междисциплинарность (*transdisciplinarity*) – философская концепция научного изыскания, которое не принимает во внимание традиционные границы между способами обдумывания или решения проблем.

³⁸Концепция непрерывного образования – это обучение на протяжении всей жизни – т.е. непрерывное, добровольное и самомотивированное стремление к знаниям по личным или профессиональным причинам. Таким образом, она способствует не только социальной интеграции, активной гражданской позиции и личностному развитию, но и самоокупаемости.

³⁹Идея «формы» была, бесспорно, одной из первых значительных идей, разрабатываемых в философии. В западной философии концепция формы описана в работах Платона и Аристотеля. Хотя первоначальные варианты философского рассмотрения отношений формы и содержания можно увидеть уже в воззрениях самой первой западной философской школы – так называемой ионийской школы, натурфилософского направления, сформировавшегося и развивавшегося в VI–IV веках до н.э.

сти большого города, в образе которого метамодернизм видит «другого», от которого он и отталкивается, выстраивая личную самоидентификацию.

Метамодернизм в архитектурно-художественной практике представлен как ответ на кризис языка дизайна городской среды. Мартин Хайдеггер концептуально предвосхитил в своей работе «Исток художественного творения» состояние искусства, которое мы имеем сейчас. Он размышляет о поисках истины в художественном произведении и приводит подлинность искусства к моменту сотворения. Задавая вопрос, встречаем ли мы вообще когда-либо в жизни подлинное творение, М. Хайдеггер отвечает, что нет. «Былые творения, они предстают перед нами, находясь в области традиции и в области сохранения. И впредь они лишь предстают – они предметы» [8, с. 130]. Борис Гройс⁴⁰ лаконично обобщает: «подлинной является не вещь, а момент, время, открытое переживание. Потом оно сразу же закрывается. По мнению Хайдеггера, единственное, что мы видим в открытости, – это её грядущее закрытие»⁴¹. А потому зрителю остается только ностальгия как мечта об истинном и его интерпретация – описание сути словом [9].

В процедурах и методах анализа композиционных, стилевых и пропорциональных закономерностей формообразования продукта дизайна можно выделить 3 группы [10]:

1. Восстановление методов построения архитектурной формы зодчими прошлого.

2. Разработка формально-геометрических приемов построения формы, в определенной степени гарантирующих повышение её качества.

3. Количественный анализ и отображение пропорционального строя конкретного архитектурного сооружения.

Основой для решения первых двух задач служат результаты последней, в традиционной проектной практике весьма трудоемкой, потому как собственно традиционные пути её решения не обеспечивают объективный и всеобъемлющий результат, так как не позволяют количественно оценить уровень

гармонизации исследуемого объекта. Поэтому решать задачи количественного анализа степени «гармонизированности» художественного облика объекта проектирования можно при использовании квалитетической модели проектируемого объекта, а именно необходимо определить и формализовать гармоничный строй композиции в виде совокупности её пропорциональных отношений и геометрических закономерностей. Ввиду того, что пропорционирование образуется в процессе арифметического соотнесения размеров и величин объекта проектирования, мы можем вполне представить оцениваемую композицию в виде модели, связывающей в себе количественные параметры её размерной структуры. В качестве внешнего эталона может быть выбран пропорциональный ряд гармоний, соответствующий региональным традициям пропорционирования городской среды. Для описания его квалитетических характеристик, помимо изучения работ исследователей по этой теме, был проведен количественный анализ пропорционального строя памятников архитектуры. На основе этого были сделаны выводы о присутствии устойчивых пропорциональных закономерностей в формообразовании этих объектов, а также получены конкретные значения доминирующих в них пропорциональных отношений для выведения рекомендаций по формированию пространственной структуры и критериев оценки сформированных вариантов. С внедрением разработанных методов анализа пропорциональности можно предложить подход к определению гармоничности архитектурной композиции. Две составные части гармоничности – упорядоченность и сложность⁴² – были определены количественно на основании пропорциональных закономерностей, а также была определена их взаимосвязь в конечной зависимости. Разработанный нами метод оценки пропорциональности позволяет, проведя все описанные операции для совокупности размерных величин композиции, начиная с формирования спектра до сопоставительной оценки, получить показатели соответствия размерной структуры композиции заданному эталону. Введены новые количественные понятия – энергетический баланс и частотный резонанс архитектурной формы, качественно соответствующие сущности этого явления. На основе

⁴⁰Борис Ефимович Гройс (род. 19 марта 1947, Восточный Берлин) – советский и немецкий искусствовед, философ, писатель и публицист, славист. Профессор философии, теории искусства, медиаведения в Государственной высшей школе дизайна в Карлсруэ, профессор славистики в Нью-Йоркском университете.

⁴¹Квентин Мейясу – это в чистом виде Сталин. Интервью с Борисом Гройсом [Электронный ресурс]. URL: [http://www.intelros.ru/pdf/logos/2018_04/Logos-4-2018_Press-\(1\)-\(1\)-33-60.pdf](http://www.intelros.ru/pdf/logos/2018_04/Logos-4-2018_Press-(1)-(1)-33-60.pdf)

⁴²Сложность обычно используется, чтобы описать что-то, имеющее много частей, которые взаимодействуют друг с другом различным образом. Исследование этих сложных связей – главная цель сложной теории систем.

этих понятий разработана такая форма представления архитектурно-пространственной композиции, как резонансный строй, являющаяся расширением существующего понятия пропорционального ряда. Результаты исследования количественно подтвердили существующие теоретические положения, показав тем самым пригодность и эффективность разработанного метода исследований такого типа [11, 12].

Итак, истина творения разворачивается в момент его создания и следом закрывается. Оно заново становится творением в акте извлечения из него истины, возможность актуализации которой закладывалась в процессе дизайна. С этой точки зрения и включенность потребителя можно рассматривать как акт творения. Истины потребителя и дизайнера городской среды могут не совпадать, но одно уже ясно: творчество является сотворением постольку, поскольку включает в себе тенденцию к извлечению истины. В этом отношении любое проектируемое пространство в контексте дизайна среды может быть рассмотрено как воплощение романтизма с его ностальгией, местом паломничества к утраченной подлинности и, одновременно, тоской по ней. Этот кризис экзистенциального пространства трансформируется в два основных формата: событийную площадку и исследовательский центр, что было ярко выражено еще в середине прошлого века и до последнего времени остаётся актуальным.

Метод анализа и использование его для описания элементов системы

Современные практики художественного перформанса направлены на конструирование и реализацию эмоционального опыта, суммирующего полученные впечатления без необходимости их описания и понимания, так как процедуры интерпретации городского дизайна априори подразумеваются как не имеющие возможность пробиться к оригинальной авторской концепции. В этом случае концепция будет ранжирована в системе культурных ценностей как безосновательная по отношению к объекту дизайна и всегда оказывается «больше автора», как постулирует Ролан Барт в эссе 1967 года «Смерть автора». В этом перформансе, который разворачивается в присутствии зрителя, атмосфера исходит непосредственно от автора художественного произведения и принима-

ется или не принимается зрителем. Автор становится медиатором ощущений, которые испытывает зритель, и проживает с ним события момента. Важно отметить, что говорится не о документировании перформанса, поскольку при этом ощущение упущенного момента не только не скрывается, но и подчёркивается [13].

Грамматика дизайнера должна использоваться, чтобы генерировать проекты, поэтому нужно рассмотреть общие процедуры, формирующие этот процесс, и оперативные нормы инструментов его реализации⁴³. Для описания рассматриваемых элементов в нашей работе используются различные «языки» геометрии – топология, проективная и метрическая геометрии, которые отличаются возможностью множественности преобразований, где сами становятся их инвариантными элементами. В то же время они обладают способностью к описанию «единичного» элемента. Эти геометрии отражают различные уровни описания объекта исследования и дизайна городской среды. Одни используются для исчерпывающего описания характеристик проектируемого объекта, а другие – для разблокировки процедур проектного мышления и для безграничного развития его возможностей.

Принцип относительной идентичности

На каждом из уровней для используемых геометрий составляется соответствующее определение критериев относительной идентичности: все объекты и элементы городской среды, которые на данном уровне рассмотрения обладают одними и теми же качествами и связаны аналогичным образом, расцениваются как идентичные с точки зрения указанных качеств и относятся к одному классу. Так, на топологическом уровне квадрат и круг будут рассматриваться как идентичные фигуры, поскольку они оба разделяют плоскость на два участка. Организация элементов в классы представляется как древовидная таксономия, поскольку она осуществляется путём ряда последовательных сегментаций, соответствующих порядку введения различных геометрий. Семантика имеет отношение к связи между отдельными смыслами внутри некоторого вида иерархии. Допустим, что это просто список элементов словаря, связанных набором идей на более высоком уровне, которые составляют собственно смысл концепции проектного предложения. Архитектурная критика вообще включает исследование семантического содержания специфического артефакта. Попытка редактирования некоторых идей высокого уровня формирования объекта

⁴³Методологический подход как средство объединения знаний из разных научных предметов // Методологические аспекты взаимодействия общественных, естественных и технических наук: тезисы докладов и выступлений. Ч. I-II. М.: Обнинск, 1987.

городского дизайна есть синтаксическое выражение сути архитектурного объекта в его отношении с дизайном городской среды, тогда как семантическая интерпретация смыслов его художественного образа может быть достаточно разнообразна, и как тема архитектурной критики, и как благодатный контекст для бесконечных спекуляций.

В наших исследованиях необходимо было достигнуть высокого уровня понимания целесообразности критики профессиональной концепции и её процедур утилитарной реализации. Понимание этого включает знание относительно того, что требуется для завершения формообразования дизайна городской среды как артефакта, формирующего процесс проектирования уникальным и неповторимым образом в отношении знаний об утилитарных функциях объекта, его конструктивно-функциональной уникальности, экологичности технологий производства и ожидаемой модели процедур использования объекта в ближайшем будущем, так же как и понимание пути достижения этих целей. В совокупности этих представлений и форм их соорганизации в различного типа целостности формируется основа дизайн-проекта – модель идеального объекта проектирования. Модель организации проекта содержит не только грамматику, синтаксис и морфологию проектируемого объекта, но также и механизмы собственного развития и управления проектной деятельностью по формированию городского интерьера. Следовательно, необходимо рассмотреть процедуру моделирования в городском дизайне более подробно.

О типологии деревянных жилых домов Иркутска

С максимальной подробностью типологию деревянных жилых домов Иркутска описывает московский архитектор-реставратор Евгений Юрьевич Барановский. Эта работа проделана более четверти века назад и на сегодняшний день может казаться спорной по некоторым выводам и оценкам, но тем не менее представляет определенный интерес. Отдельные объекты, описанные автором, к сожалению, безвозвратно утрачены, другие находятся в бедственном положении, но есть и такие, что отреставрированы или воссозданы.

Е.Ю. Барановский в 1977–1979 гг. совместно с Е.В. Хохриным выполнил первые паспорта и фотофиксацию наиболее значимых памятников истории и архитектуры Иркутска и области. В своей статье «О типологии жи-

лых домов Иркутска» [14] он представил разработанную им типологию, в которой жилые дома старинной застройки он предлагает разбить на шесть устойчивых планировочных групп с 22 типами комбинаций типологических элементов деревянных домов внутри этих групп («А» – типы I–VI; «Б» – типы VII–VIII; «В» – типы IX–XI; «Г» – типы XII–XIV; «Д» – типы XV–XX; «Е» – типы XXI–XXII).

В группу «А» входят особняки с традиционной планировкой. Представители этой группы наиболее многочисленны и относятся, как правило, к первой половине XIX в. В группу «Б» включены немногие сохранившиеся в городе постройки XVIII в., а также часть домов второй половины XIX в., возведенные по традиционному плану. Группа «В» лишена традиционных атрибутов иркутского дома. Особняки этой группы имеют компактный план, в основе которого лежит четырех- или пятистенный сруб (иногда с дополнительными внутренними капитальными стенами). Объемно-пространственная композиция упрощена. К группе «Г» относятся многоквартирные дома второй половины XIX в. – двухэтажные, в 7-9 окон по фасаду. В группе «Д» различается три типа: XII – с лестницей, встроенной в объем здания (ул. Киевская, 17 и ул. Тимирязева, 39); XIII – с пристроенной к боковому фасаду парадной лестницей (ул. Лапина, 26 и ул. Тимирязева, 41); XIV – с двумя лестничными блоками в торцах и иногда явно выраженной коридорной системой (пер. Черемховский, 8). Группа «Е» выделена условно, к ней отнесены уникальные постройки, отличающиеся незаурядностью декоративного убранства и оригинальной планировкой либо развивающие схему более сложных образцовых проектов.

Нужно сказать, что и на облик этих построек, часто возводимых по индивидуальным и апробированным в столице проектам, традиционная иркутская архитектура наложила свой отпечаток в мотивах декоративного убранства, выборе и композиции архитектурных форм.

Имеется много различных способов, которыми модель может быть представлена в проектных системах. Для более объективного представления объекта модель должна быть описана различными способами. Грамматика вписываться в формальный механизм представления модели, известный как «технологические системы», которые имеют отношение к преобразованию некоторого описания мира посредством правил (которые и составляют грамматику). Правило имеет часть предусловия и последовательную часть, и может вообще быть выражено неофициально так: «ЕСЛИ» этот спи-

сок фактов (предусловия) очевиден в текущем (актуальном) описании мира, «ТО» заменяют их на эти факты (следствия). Мир, который эти правила трансформирует, следовательно, проходит через различные состояния, начинающиеся с исходных состояний и переходящие к конечным состояниям, которые и составляют содержание конечного проекта. Процедуры выбора правил скоординированы соответствующим типом механизма управления проектом.

Многие из рассматриваемых систем управления и организации процесса проектирования и дизайна городской среды могут быть сформированы как технологические системы. Они включают игровые комплексы, роботы, системы для разработки пространственных моделей и их модификаций и т.д. Фактически параметры систем и различных методов управления ими основываются на анализе и представлении вариативной формы процесса проектирования и дизайна городской среды.

Таким образом, мы можем констатировать, что в процесс организации проекта вовлечены и в нем определяются:

- реальные элементы архитектурно-строительного комплекса, существующие вне зависимости от сознания и воли проектировщика;
- процессы и технологии, обеспечивающие конструирование и компоновку строительных элементов в определённой проектом последовательности;
- комплекс специфических требований, описывающий особенности функционирования и развития проектируемого объекта, его потребительские качества;
- собственные идеальные модели и концепции о форме и способе жизнедеятельности объекта;
- набор профессиональных знаний, умений и навыков, обеспечивающий трансляцию концептуальной модели объекта в реальную ситуацию его функционирования;
- исторические и культурные прототипы, такие как стиль и художественные традиции организации формы и пространства, его региональные особенности;
- социокультурная ситуация, которая также определяет критерии оценки качества конечного продукта проектной деятельности и целесообразность его реализации (проблема отношений архитектуры и власти).

Одна из уникальных особенностей Иркутска – это сохранившаяся деревянная застройка XIX – начала XX в. Деревянное зод-

чество Иркутска – уникальный образец самобытного проявления национальной русской культуры, её самостоятельная и неотъемлемая часть. Согласно этому, семантические аспекты внедрения результатов проекта определяют цель городского средового дизайна. В условиях развития инновационных стратегий и тактик цели дизайна городской среды представлены как атрибуты конечного продукта, которые бы наличествовали на завершающем этапе проектного процесса, а также в объекте дизайна. Цель должна быть описана некоторым набором словарных единиц городской среды, которые составляют вокабуляр городского дизайна в конечном артефакте улицы, двора, городского квартала и т.д.

Цели городского дизайна выражают требования, определяющие устойчивые связи между единицами системы, например: двор – это единица пространства внутри квартала, улица формирует границу между кварталами или связь между ними и пр. Зачастую цели проекта представлены ограничениями в нормах и правилах проектирования и дизайна, которые, в свою очередь, могут также быть выражены в «размытых» условиях: объект проектирования должен быть или маленьким, или компактным, или большим и т.д. Наряду с вышесказанным, цели и задачи дизайна городской среды описаны требованиями высшего уровня: трансляция потребительских качеств в смысле функционирования системы, например, в проектном процессе должны быть учтены требования нормативных документов и регламентов, объект проектирования должен соответствовать совокупности пограничных условий. Цели относительно формообразования и пространственного качества принадлежат к тому же типу проектного самоопределения и контроля. Смыслы дизайна городской среды не могут быть представлены в терминологии единиц проектного словаря, на который работает грамматика дизайна художественного образа города, но должны быть выведены некоторым способом из набора комплексов смысловых связей внутри проектируемого объекта и собственно проектирующего его процесса [15].

Именно поэтому в практике городского дизайна начала XXI века и последнего десятилетия формирование пакета стратегий и тактик дизайна городской среды приобретает особое значение в контексте развития деревянной застройки исторических кварталов Иркутска. При этом методология и философия метамодерна все чаще выступает в качестве стратегического инструмента управления и развития художественной практики дизайна городской среды, в то время как геометрия дизайна, теория пропор-

ционирования, композиционное моделирование и эстетическое программирование выступают в качестве тактического оснащения профессиональной практики дизайна городской среды. В российской архитектурно-художественной практике эстетика метамодернизма обретает еще одно качество – локальность. Стратегии и тактики дизайна городской среды, актуализация ностальгии по отношению к уходящему миру в связке со взглядом, устремленным в будущее, возрождает утраченные процедуры реконструкции и методы развития деревянной застройки исторических кварталов Иркутска, которые перманентно формируются современными художественными тенденциями собственной культуры, её артефактами и глобальными трендами в мировой практике городского дизайна. В этом контексте метамодерн может рассматриваться как выход из ситуации восприятия искусства исключительно как чистой эстетики или как науки – чистого исследования, или как философии – чистого мышления в поисках истин. Искусство метамодерна возрождает *триединство вечных ценностей*: истины, добра и красоты, обращаясь к новой сакральности и реальности чувств, как к единственно подлинному, что осталось после постмодерна [16, 17].

Заключение

В 1998 году Николя Буррио определил набор художественных практик, отправной точкой которых является сфера человеческих взаимоотношений, словосочетанием «эстетика взаимоотношений», или *relational aesthetics*. И хотя это не дает четкого концептуального объяснения сути собственного творчества, мы выстраиваем линию ревалоризации ценностных установок, аксиологическим центром которых является установка дружеских связей и деловых коммуникаций между людьми. Основными характеристиками современного дизайна городской среды становятся перформативность, реляционность и рецептивность, поскольку он стремится вернуть человеку подлинность настоящего момента, что свидетельствуют о размытии границ искусства и жизни, где основным способом художественного высказывания становится не художественное произведение, а практика дизайна и арт-объект, которые делают зрителя активным участником, соавтором диалога, помогая ему свободно сконструировать уникальный опыт проживания в объекте дизайна городской среды [18].

Общая характеристика методов и подходов, процедур описания, анализа и оценки архитектурных композиций зданий и сооружений по критериям оптимальной организации архитектурной формы объекта дизайна городской среды как важной составляющей части эстетического качества с учетом требований комплексного проектирования:

1) исследование факторов, влияющих на характер функционально-планировочного и композиционно-пространственного развития исторической застройки;

2) анализ теоретических концепций развития жилых единиц для оценки существующих способов выявления содержания и формы представления пространственных трансформаций топологической структуры города;

3) определение требований к описанию динамики композиционно-пространственной организации городской среды;

4) выявление содержательных и формальных оснований метода описания и анализа динамики композиционно-пространственной организации городской среды;

5) разработка метода описания, анализа и оценки энергетического баланса и частотного резонанса архитектурной формы и дизайна городской среды;

6) апробация предложенного метода на примере разработки городских территорий Восточно-Сибирского региона.

Смысл такой постановки задач в том, чтобы определить перспективы основных формальных направлений современных логико-семантических исследований архитектурного языка при анализе и проектировании в условиях регенерации деревянной застройки исторических кварталов Иркутска с точки зрения решения фундаментальных проблем его композиционного, стилового и логико-философского анализа. Решение поставленных задач в процессе исследования и проектирования обеспечит быстрый и точный количественный анализ композиционного строя и дизайна архитектурных объектов, что облегчит трудоемкие исследования оригинальных закономерностей объектов городской среды, а также оптимизирует верный выбор из совокупности конкурирующих вариантов окончательных решений с лучшими композиционными характеристиками, что в конечном счете должно способствовать повышению художественного качества проектируемых объектов [19–22].

В общем случае формирование композиции предлагается проводить в такой последовательности:

1. Анализ гармонии окружающей архитектурной среды, определение характеризующего её пропорционального эталона. Формирование ряда конкурирующих вариантов с учетом выведенных рекомендаций и оценка их по критериям качества визуального восприятия: пропорциональный анализ полученных решений и определение характеризующих их пространственно-композиционных параметров в качестве эталонов для последующей оценки вариантов следующего уровня.

3. Формирование вариантов композиций и оценка конкурирующих вариантов, отбор по её результатам лучших с учетом весомости эталонов [23].

Решение перечисленных выше задач позволяет объективизировать выбор вариантов, что особенно ценно в процессе проектирования объемно-пространственной композиции городской среды, так как существует целый ряд ограничений, налагаемых на структуру городских интерьеров. Эти ограничения обусловлены совокупностью условий, определенных спецификой строительного производства и нормами проектирова-

ния. Исходя из требований к гармоничному единству всех частей композиции, предложена технология поуровневого проектирования городской среды с отбором вариантов каждого уровня по результатам качественной оценки. Эталонами оценки каждого уровня формируются системы критериев качества проектного решения на основании анализа композиционных решений и требования пропорционального единства в художественно-образной гармонии с уже запроектированными уровнями формирования целостности архитектурно-пространственной композиции и заранее заданными художественно-образными параметрами. Гармонизация композиции всегда определяет как внутренние, так и внешние факторы, отраженные в процессе количественной оценки соответствующей совокупностью эталонов. Однако весомость этих факторов колеблется в зависимости от конкретных условий.

В результате внедрения предложенной авторами методики в процессе экспериментального проектирования были получены оптимальные решения по дизайну городской среды, позволяющие гармонично вписать ряд инновационных предложений в застройку Иркутска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щедровицкий Г.П. Программирование научных исследований и разработок: в 2 т. [Электронный ресурс]. М., 1999. Т. 1. URL: <https://gtmarket.ru/library/basis/6473> (02.12.2020).
2. Дягилева Н.С., Журавлева Л.А. Городская идентичность: понятие, структура, основы // Социология города. 2012. № 1. С. 46–61.
3. Дягилева Н.С. Теоретические аспекты городской идентичности // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы: сб. материалов Междунар. науч.-практ. заочной конф. (март 2013 г., Екатеринбург). Екатеринбург: УрФУ, 2013. С. 54–59.
4. Григорьева Е.С. Метамоде́рнизм как прагматический романтизм // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения: сб. статей 6-й Междунар. науч.-практ. конф. (30 июня 2016 г., Курск). Курск, 2016. С. 62–65.
5. Бёме Г. Атмосфера как фундаментальное понятие новой эстетики [Электронный ресурс] / пер. С. Онасенко // Интернет-журнал «Metamodern». 2018. URL: <http://metamodernizm.ru/atmosphere-and-a-new-aesthetics/> (02.12.2020).
6. Михайлова Л. Эссе о метамодерне в трех частях. Часть II. Новая искренность и забота о бытии [Электронный ресурс] // Сигма. URL: <https://syg.ma/@lubasta/essie-o-mietamodiernie-v-triekh-chastiakh-chast-ii-novaia-iskriennost-i-zabota-o-bytii> (02.12.2020).
7. Лэнг О. Одинокий город. Упражнения в искусстве одиночества / пер. с англ. Ш. Мартыновой. М.: Ад Маргинем Пресс, 2018. 352 с.
8. Хайдеггер М. Исток художественного творчества. Избранные работы разных лет / пер. с нем. А.В. Михайлова. М.: Академический проект, 2008. 528 с.
9. Хайдеггер М. Прологомены к истории понятия времени [Электронный ресурс]. URL: www.odinblago.ru/haideger_prolegomeni (02.02.2021).
10. Хохрин Е.В., Смольков С.А. Городской интерьер. Общая характеристика методов и подходов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т.9. №1 (28). С. 214–231.
11. Хохрин Е.В., Смольков С.А. Механизмы формирования городской идентичности урбанизированных территорий // Баландинские чтения. 2019. Т. 14. № 1. С. 171–175. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2019-10074>
12. Хохрин Е.В., Смольков С.А. К вопросу о регенерации исторической среды в условиях транс-

формации культурно-общественного центра сибирского города // Баландинские чтения. 2019. Т. 14. № 1. С. 176–180. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2019-10075>

13. Барт Р. Смерть автора // Барт Р. Избранные работы: Семиотика. Поэтика. М.: Прогресс, 1994. С. 384–391.

14. Барановский Е.Ю. О типологии жилых домов Иркутска // Земля Иркутская. 2002. № 1 (18). С. 23–29.

15. Хохрин Е.В., Смольков С.А. Городская идентичность: механизмы формирования дизайна урбанизированных территорий. Иркутск: Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2019. 124 с.

16. Афанасов Н. В поисках утраченной современности // Социологическое обозрение. 2019. Т. 18. № 1. С. 256–265. <https://doi.org/10.17323/1728-192x-2019-1-256-265>

17. Павлов А. Образы современности в XXI веке: метамодернизм // Логос. 2018. Т. 28. № 6. С. 1–19. <https://doi.org/10.22394/0869-5377-2018-6-1-16>

18. Буррио Н. Реляционная эстетика. Пост-продукция. М.: Ад Маргинем Пресс, 2016. 216 с.

19. Хохрин Е.В., Смольков С.А., Хохряков А.А. Формирование городского стиля Иркутска.

Иркутск: Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2018. 90 с.

20. Хохрин Е.В., Смольков С.А., Хохряков А.А. Дизайн городской среды на примере Иркутска. Иркутск: Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2018. 124 с.

21. Хохрин Е.В., Ляпин А.А., Казанова Ю.О. Формирование типологии деревянных жилых домов Иркутска в работах исследователей архитектуры XX в. // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. № 1 (4). С. 180–186.

22. Куроленко А.В., Хохрин Е.В. К проблеме построения модели пространственной организации садово-парковых территорий г. Иркутска // Ресурсосберегающие технологии в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (7 ноября 2018 года, Иркутск). Иркутск, 2018. С. 58–65.

23. Хохрин Е.В., Галеева Е.О. Специфика построения модели развития исторической застройки центра сибирского города на примере улицы к. Маркса в Иркутске (бывш. Большой) // Безопасность транспорта и сложных технических систем глазами молодежи: материалы Всероссийской молодежной науч.-практ. конф. (10–13 апреля 2018 года, Иркутск). Иркутск, 2018. С. 322–326.

REFERENCES

1. Shchedrovitskii GP. Research and development programming: in 2 vol. Moscow, 1999. Vol. 1. Available from: <https://gtmarket.ru/library/basis/6473> [Accessed 2nd December 2020]. (In Russ.)

2. Dyagileva NS, Zhuravleva LA. Town identity: concept, structure, bases of formation. *Sotsiologiya goroda*. 2012;1:46–61. (In Russ.)

3. Dyagileva NS. The theoretical aspects of urban identity. *Brending malykh i srednikh go-rodov Rossii: opyt, problemy, perspektivy: sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi zaachnoi konferentsii*. March 2013, Ekaterinburg. Ekaterinburg: Ural federal university, 2013. p. 54–59. (In Russ.)

4. Grigor'eva ES. Metamodernism as pragmatic romantism. *Upravlenie sotsial'no-ekonomicheskim razvitiem regionov: problemy i puti ikh resheniya: sbornik statei 6-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 30 June 2016, Kursk. Kursk, 2016. p. 62–65. (In Russ.)

5. Böhme G. Atmosphere as the Fundamental Concept of a New Aesthetics. *Internet-zhurnal «Metamodern»*. 2018. Available from:

<http://metamodernizm.ru/atmosphere-and-a-new-aesthetics/> [Accessed 2nd December 2020]. (In Russ.)

6. Mikhailova L. An essay on metamodernity in three parts. Part II. New sincerity and concern for being. *Sigma*. Available from: <https://syg.ma/@lubasta/essie-o-mietamodiernie-v-triekh-chastiakh-chast-ii-novaia-iskriennost-i-zabota-o-bytii> [Accessed 2nd December 2020]. (In Russ.)

7. Laing O. The Lonely City. Adventures in the Art of Being Alone / per. s angl. Sh. Martynovoi. Moscow: Ad Marginem Press; 2018. 352 p. (In Russ.)

8. Heidegger M. The Origin of the Work of Art / per. s nem. A.V. Mikhailova. Moscow: Akademicheskii proekt, 2008. 528 p. (In Russ.)

9. Heidegger M. History of the concept of time: Prolegomena. Available from: http://www.odinblago.ru/haideger_prolegomeni/ [Accessed 2nd February 2021]. (In Russ.)

10. Khokhrin EV, Smolkov SA. Urban interior. General characteristics of methods and approaches. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2019;9(1):214–231. (In Russ.)

<http://dx.doi.org/10.21285/2227-2917-2019-1-214-231>

11. Hohrin EV, Smolkov SA. Mechanisms of formation of city identity of the urbanized territories. *Balandinskie chteniya = Balandin Reading*. 2019;14(1):171–175. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2019-10074>
12. Hohrin EV, Smolkov SA. To the question of the historical environment regeneration in transformation conditions of the Siberian city cultural and social center. *Balandinskie chteniya = Balandin Reading*. 2019;14(1):176–180. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2019-10075>
13. Barthes R. The Death of the Author. *Izbrannye raboty: Semiotika. Poetika*. Moscow: Progress; 1994. p. 384–391. (In Russ.)
14. Baranovskii EYu. On the typology of residential buildings in Irkutsk. *Zemlya Irkutskaya*. 2002;1(18):23–29. (In Russ.)
15. Khokhrin EV, Smolkov SA. Urban Identity: Mechanisms for Forming the Design of Urbanized Areas. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2019. 124 p. (In Russ.)
16. Afanasov N. In Search of Lost Modernity. *Sotsiologicheskoe obozrenie = Russian sociological review*. 2019;18(1):256–265. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/1728-192x-2019-1-256-26>
17. Pavlov A. Images of modernity in the twenty-first century: metamodernism. *Logos = The Logos*. 2018;28(6):1–19. <https://doi.org/10.22394/0869-5377-2018-6-1-16>

18. Bourriaud N. Esthétique relationnelle. Postproduction. Moscow: Ad Marginem Press; 2016. 216 p. (In Russ.)
19. Khokhrin EV, Smolkov SA., Khokhryakov AA. Formation of the urban style of Irkutsk. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2018. 90 p. (In Russ.)
20. Khokhrin EV, Smolkov SA, Khokhryakov AA. Urban environment design at the example of Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2018. 124 p. (In Russ.)
21. Khokhrin EV, Liapin AA, Kazanova YuO. Irkutsk city wooden housing typology following the 20th century architecture researchers. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2013;1(4):180–186. (In Russ.)
22. Kurolenko AV, Khokhrin EV. About the problem of construction a model of spatial organization of garden and park territories in the Irkutsk city. *Resursosbergayushchie tekhnologii v stroitel'stve i zhilishchno-kommunal'nom khozyaistve: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 7 November 2018, Irkutsk. Irkutsk, 2018. p. 58–65. (In Russ.)
23. Khokhrin EV, Galeeva EO. The specifics of constructing a model for the development of historical buildings in the center of a Siberian city at the example of K. Marx street in Irkutsk (formerly Bolshoi). *Bezopasnost' transporta i slozhnykh tekhnicheskikh sistem glazami molodezhi: materialy Vserossiiskoi molodezhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 10–13th April 2018, Irkutsk. Irkutsk, 2018. p. 322–326. (In Russ.)

Сведения об авторах

Хохрин Евгений Викторович,
доцент кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: hohrin@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7063-9879>

Смольков Сергей Александрович,
доцент кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: smolkofs@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7182-8137>

Information about the authors

Eugeniy V. Khokhrin,
Associate Professor of the Department
of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: hohrin@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7063-9879>

Sergei A. Smolkov,
Associate Professor of the Department
of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉e-mail: smolkov@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7182-8137>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 12.01.2021.
Одобрена после рецензирования 10.02.2021.
Принята к публикации 15.02.2021.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 12.01.2021.
Approved after reviewing 10.02.2021.
Accepted for publication 15.02.2021.



**Архитектурный силуэт Иркутского деревянного кремля
в городском ландшафте. Предварительные опыты графической,
макетной реконструкции и компьютерного моделирования
с привязкой к историческому местоположению**

© Б.П. Яровой

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Оборонительная архитектура Сибири XVII–XVIII вв. – это один из важных разделов русского архитектурного наследия, значимых для истории региональной архитектуры периода вхождения Сибири и, в частности, Восточной Сибири, в состав России. Цель исследования заключается в предварительном пропорциональном нахождении в силуэте исторического ядра города следов, образов архитектурного облика Иркутского деревянного кремля. В работе использованы методы планиграфического анализа, использования аналогов, комплексный подход с применением опорных точек-маркеров, пространственных единиц информации об утраченном объекте. Были изучены графические и текстовые документы, дающие общее представление о периметре крепости и внутренних постройках, а также исторические источники об Иркутском кремле, из которых взяты и соотнесены с аналогами параметры фортификационных и хозяйственных сооружений. Основными результатами стали определение местонахождения Иркутского деревянного кремля на современной карте города и предварительная графическая и макетная реконструкция архитектурного облика фортификационного сооружения. Также выделяется историко-архитектурный факт уникальности места утраченного объекта. Таким образом, выявлено важное значение кремля как одной из основных архитектурных и градостроительных составляющих организации пространства города Иркутска периода XVII–XVIII вв. Результаты данного исследования могут быть использованы для организации археологических изысканий, реставрационных мероприятий и т.д. На основании проведенной работы планируются дальнейшие исследования с использованием уточненных и новых данных.

Ключевые слова: Иркутский деревянный кремль; остроги Приангарья; архитектурно-планировочная структура; компьютерные, графические и объемные пространственные модели; историческая реконструкция; оборонное зодчество Сибири; факторы ландшафта при строительстве крепости

Для цитирования: Яровой Б.П. Архитектурный силуэт Иркутского деревянного кремля в городском ландшафте. Предварительные опыты графической, макетной реконструкции и компьютерного моделирования с привязкой к историческому местоположению. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 1. С. 192–203. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-192-203>

**Architectural silhouette of the Irkutsk wooden Kremlin in the urban landscape.
Preliminary experiments with graphic and mock-up reconstruction and computer
modeling with reference to the historical location**

© Boris P. Yarovoi

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: The defensive architecture of Siberia in the 17th-18th centuries is one of the important sections of the Russian architectural heritage, significant for the history of regional architecture during the period when Siberia and, in particular, Eastern Siberia, became part of Russia. The purpose of the study is to preliminarily and proportionally find the traces, images of the architectural appearance of the Irkutsk wooden Kremlin in the silhouette of the historical core of the city. The study uses the methods of planning analysis, analogs, an integrated approach with control points-markers, spatial units of information about the lost object. The authors studied graphic and text documents that give a general idea of

the perimeter of the fortress and internal buildings, as well as historical sources about the Irkutsk Kremlin, from which the parameters of fortifications and amenities were taken and correlated with analogs. The main results were the identification of the location of the Irkutsk wooden Kremlin on a modern map of the city and a preliminary graphic and model reconstruction of the architectural appearance of the fortification. The historical and architectural fact of the uniqueness of the place of the lost object is also highlighted. Thus, the authors reveal the importance of the Kremlin as one of the main architectural and urban planning components of space organization in Irkutsk in the 17th-18th centuries. The results of this study can be used to organize archaeological research, restoration activities, etc. Based on the research carried out, further studies are planned using updated and new data.

Keywords: Irkutsk wooden Kremlin; prisons of the Angara Region; architectural and planning structure; computer, graphic and three-dimensional spatial models; historical reconstruction; defense architecture of Siberia; landscape factors in the construction of the fortress

For citation: Yarovoii BP. Architectural silhouette of the Irkutsk wooden Kremlin in the urban landscape. Preliminary experiments with graphic and mock-up reconstruction and computer modeling with reference to the historical location. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(1):192–203. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-1-192-203>

Введение

К написанию данной статьи автора подтолкнули многочисленные результаты долгих разноплановых и по сути предварительных исследований, проводимых в течение уже многих лет. В основном это связано с научным интересом автора к теме сибирских городов и их возникновения вообще и к истории раннего периода становления Иркутска в частности.

Оборонительная архитектура Сибири XVII–XVIII вв. – это один из важных разделов русского архитектурного наследия. Процессы и специфика формирования крепостных комплексов крайне значимы для истории региональной архитектуры периода вхождения Сибири и, в частности, Восточной Сибири, в состав России. Осваивая Сибирские края, русские строили зимовья, остроги, кремли, монастыри, обрастающие посадом. Исследования по данной теме актуальны тем, что в каждом конкретном случае с течением времени крепость либо оказывалась не востребована и, утратив оборонительные функции, могла быть даже оставлена людьми, если не возникало предпосылок для дальнейшего развития, либо крепость перерождалась в населенный пункт, село, город, порт и влияла на уникальную планировку развивающегося поселения. Также значительное влияние оказывали деятельность человека и особенности ландшафта местности: «Почти неизменными в обозримой ретроспективе оставались величественные ландшафты Сибири, которые играли определяющую роль в формировании объемно-пространственной структуры и архитектурно-

художественной образности городов и сельских поселений. Поэтому, кому бы ни принадлежали эти города и поселения, они всегда получались сибирскими, обладающими особым колоритом, особой духовной аурой» [1, с. 9].

Первый вид источников, изученных в процессе работы, – документы о городе Иркутске, в основном текстовые. Прежде всего, к ним относятся исторические акты. Самыми важными историческими документами, описывающими Иркутский острог, являются описи, отписки, челобитные и счетные списки. Наиболее полно они представлены в сборнике «Первое столетие Иркутска» [2]. Но и вторая половина XX века тоже была богата на открытия, в их числе архивные находки Б.П. Полевого [3], Е.Б. Шободоева [4] и других историков и архитекторов. Летописи Иркутска, которые составляют богатое наследие, дополняют панораму исторических событий, хотя порой идут с ними вразрез, например в датировках и именах, что можно принимать с поправкой на временную отдаленность момента написания летописи от самих исторических фактов.

В целом текстовые документы дают богатый материал для методичной реконструкции, однако надо заметить, что для города такого уровня развития их известно не так уж много, что позволяет надеяться на новые находки в архивах (которые, возможно, сделают исследователи в будущем). К тому же такие материалы не слишком информативны по отношению к архитектурно-строительным деталям.

Следующий вид источников – графические документы. Они оказались в определенной степени полезны для задач воссоздания архитектурного облика. Во-первых, существует изо-

бражение деревянного кремля с натуры, написанное художником И.В. Люрсениусом, состоявшим в сибирской экспедиции Г. Миллера. Это изображение не богато мелкими деталями, так как в целом на нем представлена панорама города (с северо-западной стороны). К тому же, отсутствует изображение оригинала с максимальным качеством разрешения. Во-вторых, существуют планы города Иркутска разных лет, в том числе XVIII века, отличающиеся, вероятно, не слишком высокой топографической точностью, но, несомненно, обладающие богатейшим информационным слоем, полезным для наших задач. Многие историки и архитекторы использовали их в своих работах, в том числе при исследовании развития города и планировки «малого города» – крепости [5–11]. Кроме того, в разные годы были произведены археологические раскопки на интересующей нас территории, где когда-то располагался Иркутский деревянный кремль [12]. Они напрямую соотносятся с планами этого участка города.

Наконец, есть целый ряд изданных работ исследователей русского деревянного зодчества, оборонного зодчества и появления русских городов Сибири [13–24], которые обобщили, систематизировали широкий спектр материалов по данному вопросу. Возможно, их труды, особенно в свете новых появляющихся данных, необходимо изучать более внимательно. Данные источники предоставили нам возможность видеть тему оборонительной архитектуры в общероссийском масштабе и сформировать основные опорные точки для дальнейшей работы.

В преддверии празднования 360-летия с момента основания города Иркутска хотелось бы затронуть вопрос о крайне слабой изученности территории, которая является историческим ядром города и в то же время археологической зоной охраны объекта культурного наследия – Иркутского острога. В отличие от Иркутска, в других городах, таких как Томск, Енисейск, Ялуторовск, место основания города тщательно изучается, являя богатый уникальный материал, а в некоторых даже на фоне изучения такого исторического материала происходит воссоздание деревянных крепостей на историческом месте.

Еще чуть более полувека назад весь участок, на котором располагался Иркутский острог, мог быть изучен без создания помех городской инфраструктуре. К сожалению, этого не произошло, впрочем, удалось сохранить храмы-ровесники Иркутского крем-

ля. На данный момент, исходя из результатов исследований автора, большая часть территории бывшего кремля не занята какими-либо чужеродными надземными строениями. Вопрос о том, какие инженерные сети были в разные годы проложены под землей – тема отдельного исследования. К сожалению, большая часть оснований северной и восточной стен крепости теперь находится под автотрассами. Предложения, пусть и относительно спорные, о воссоздании Иркутского деревянного кремля, возможно, фрагментарно, на историческом месте были озвучены на одной из научных конференций [25]. Решение руководства города и региона о воссоздании Иркутского деревянного кремля с архитектурным обликом XVII века могло бы запустить механизмы всестороннего изучения истории данной территории и связанных с ней близлежащих – Цесовской набережной, участка бывшего Архиерейского двора (теперь хлебозавод) – с подключением к работе лабораторий ведущих вузов города. Политическое же решение руководства – воссоздать Архиерейский двор, с духовно-культурными и научно-историческими составляющими проекта (и с переносом хлебокомбината в иной, удобный для производства участок города), а также учесть в проектах историческую составляющую Цесовской набережной, еще не до конца изученную и оцененную. Это могло бы вернуть Иркутску архитектурный силуэт, узнаваемый на фотоизображениях конца XIX – начала XX века, воссоздать исчезающую иркутскую городскую панораму, действительно соответствующую званию «историческое поселение», которых в России насчитывается около 40. При этом полученный бесценный материал изученной территории необходимо было бы музеефицировать, для чего на Цесовской набережной в ореоле движения туристических потоков можно было бы планировать ряд высококлассных современных музейных объектов с интересной архитектурой. В таком варианте развития градостроительного плана данного участка можно видеть перспективное развитие города как культурного центра всероссийского уровня.

Методы

Рассмотрим методы, которые применялись для получения представленных в работе результатов. Прежде всего, использовался комплексный подход, сочетающий в себе планиграфический анализ, основные сведения, дополнения и уточнения, взятые из графических изображений и текстового содержания источников. Такой подход необходимо дополнять методом работы с аналогами. Так, в деревянном зодчестве воплотились традиции и, что немало важно для реконструкции, общие черты, ха-

рактерные как для технологии производства, так и для архитектурных элементов и пропорций, модульности. Основную цель данной статьи лучше выразить словами д. арх., проф. А.Г. Большакова: она «...заключается в выявлении логики архитектурного пространства как основной ценности архитектуры» [26]. Задачей же становится предварительное нахождение и постановка архитектурных объемов сооружений кремля в выбранных нами архитектурных видах город-

ских пространств и предварительное нахождение пропорций этих сооружений на макете.

Результаты и их обсуждение

Первым этапом работы было изучение изобразительных источников. Такие документы, как чертеж острога в издании С. Ремезова (рис. 1) и гравюра И.В. Люрсениуса (рис. 2), дают общее представление о периметре крепости – стенах и башнях, и частично – о внутренних постройках. Их дополняют текстовые документы.



Рис. 1. Чертеж земли Иркутского города (фрагмент) из «Чертежной книги Сибири» С. Ремезова. 1701 г.
Fig. 1. Drawing of the land of Irkutsk city (fragment) from the "Drawing Book of Siberia" by S. Remezov. 1701.

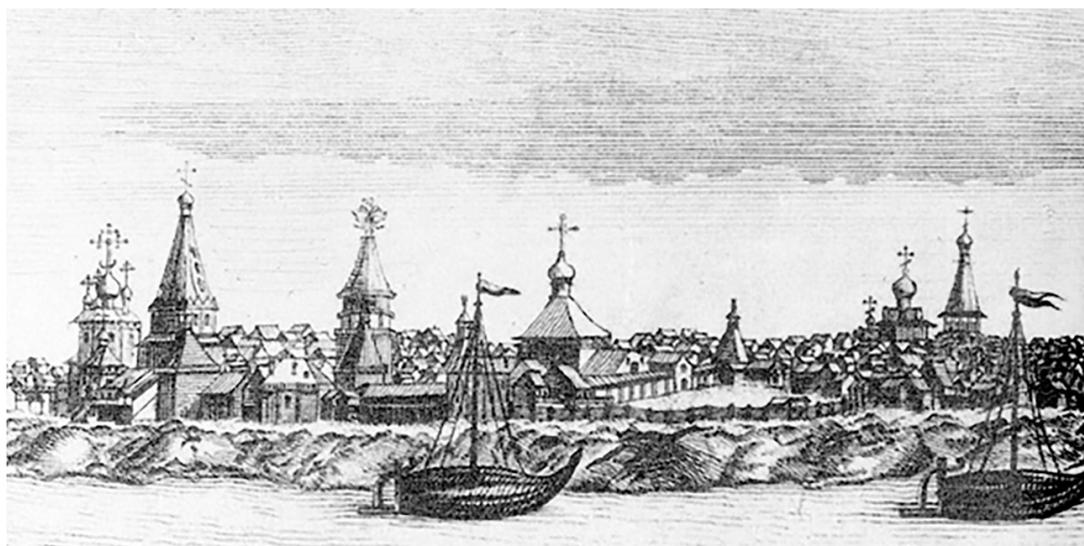


Рис. 2. Иркутский острог в 1735 г. Фрагмент гравюры А.Г. Рудакова с рисунка И.В. Люрсениуса
Fig. 2. Irkutsk prison in 1735. Fragment of an engraving by A.G. Rudakova from a drawing by I.V. Lursenius

Вторым этапом работы было опытное совмещение планов (рис. 3), содержащих данные об Иркутском кремле, с целью предварительного установления местонахождения крепости (постройки 1693 года) на современной карте города. Для этого планы были приведены к одному масштабу в компьютерной программе *GstarCad*. Также были изучены опорные точки для совмещения планов. «Свидетели» исторических процес-

сов – Спасская церковь, Собор Богоявления, границы улиц и кварталов, да и многие исторически значимые объекты, соседствующие или наслаивающиеся друг на друга, являются помощниками – своеобразными контрольными точками, иначе говоря, информационно-пространственными маркерами в сетях связей, онтологически задающими контуры искомого внутри информационной насыщенности исследования.



Рис. 3. Промежуточный итог совмещения планов с привязкой к карте участка города.

Автор реконструкции Б.П. Яровой

Fig. 3. The intermediate result of combining the plans with the reference to the map of the city section.

Author of the reconstruction of B.P. Yarovoi

Предварительный план крепости, существовавшей на отрезке времени 1693–1715 гг. (перед пожаром 1716 г.), насыщенный информативными данными, был привязан к современной карте изучаемой городской территории. Это и стало главным науч-

ным результатом предварительной работы с планами и привязками объектов структуры Иркутского кремля (рис. 4). Разумеется, внутренняя структура крепости показана приблизительно и еще требует дальнейшей проработки.

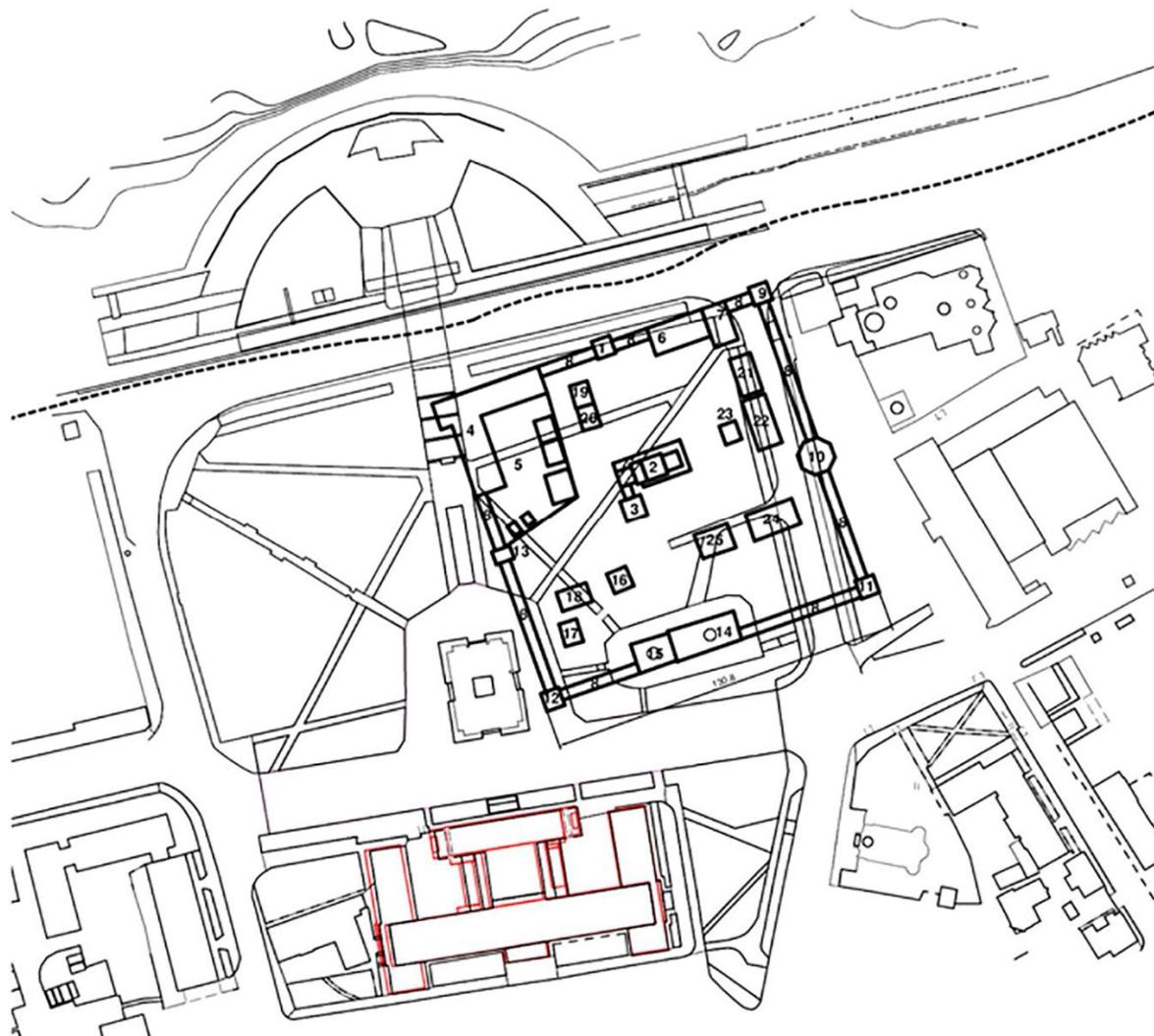


Рис. 4. План Иркутского деревянного кремля на 1715 г. (перед пожаром 1716 г.): 1 – проезжая Спасская башня (построенная еще в остроге 1670 г.); 2 – деревянная Спасская церковь (1672 г.); 3 – шатровая колокольня (1680–83 гг.); 4 – воеводский дом; 5 – воеводский двор; 6 – каменная воеводская канцелярия (1702–04 гг.); 7 – сени канцелярии, под ними тюрьма; 8 – деревянная рубленая (городовая) стена крепости, в ней различные хозяйственные и жилые помещения; 9 – нижняя (относительно течения реки) угловая башня северной стены крепости; 10 – проезжая Сергиевская башня в восточной стене; 11 – нижняя угловая башня южной (полуденной) стены; 12 – верхняя угловая башня южной стены; 13 – сушило с бойницами, так как имело 2 или 3 этажа – фактически крепостная башня; 14 – каменная Спасская церковь (1710 г.); 15 – колокольня каменной Спасской церкви (построена ориентировочно в 1760 г., оставлена в данном плане для узнаваемости Спасского храма); 16 – каменный пороховой погреб; 17 – жилое деревянное здание; 18 – деревянный пороховой склад; 19 – винный погреб; 20 – соляной амбар; 21 – таможня с амбаром; 22 – гостинный двор, в нем 11 лавок; 23 – жилая изба для приезжих; 24 – караульная изба (в дальнейшем гауптвахта); 25 – казенное помещение (возможно, ревизионная кантора). Автор реконструкции Б.П. Яровой

Fig. 4. Plan of Irkutsk wooden Kremlin in 1715 (before the fire in 1716): 1 – Spasskaya passageway Tower (built in the prison in 1670); 2 – wooden Spasskaya Church (1672); 3 – the hipped bell tower (1680-83); 4 – the voivodeship house; 5 – the voivodeship court; 6 – the stone voivodeship chancery (1702–04); 7 – the canopy of the kantselyariya, under them a prison; 8 – the wooden chopped (city) wall of the fortress, in its various economic and residential premises; 9 – the lower (relative to the river flow) corner tower of the northern wall of the fortress; 10 – the passing Sergievskaya Tower in the eastern wall; 11 – the lower corner tower of the southern (noon) wall; 12 – the upper corner tower of the southern wall; 13 – the sushilo with battles – a room for drying something by airing, it was with loopholes, as it had 2 or 3 floors – in fact, a fortress tower; 14 – stone Spasskaya Church (1710); 15 – stone bell tower of Spasskaya Church (built approximately in 1760, left in this plan for the recognition of Spasskaya Church); 16 – stone powder cellar; 17 – residential wooden building; 18 – wooden powder warehouse; 19 – wine cellar; 20 – salt barn; 21 – customs house with a barn; 22 – Gostiny dvor, it has 11 shops; 23 – residential hut for visitors; 24 – guard hut (in later the guardhouse); 25 – the breach room (possibly the audit office of the cantor). Author of the reconstruction of B.P. Yarovoï

Далее для установки моделируемых объектов на топографической основе были выбраны векторы видов городского ландшафта (рис. 5). Так как северное и северо-западное направление, совпадающее с руслом Ангары, представляет собой сложив-

шийся исторический коридор (источник процессов освоения Приангарья в XVII–XVIII вв.), то и направления для фотосъемки были выбраны соответствующие – северное (вид с реки) и южное (вид из города на реку).

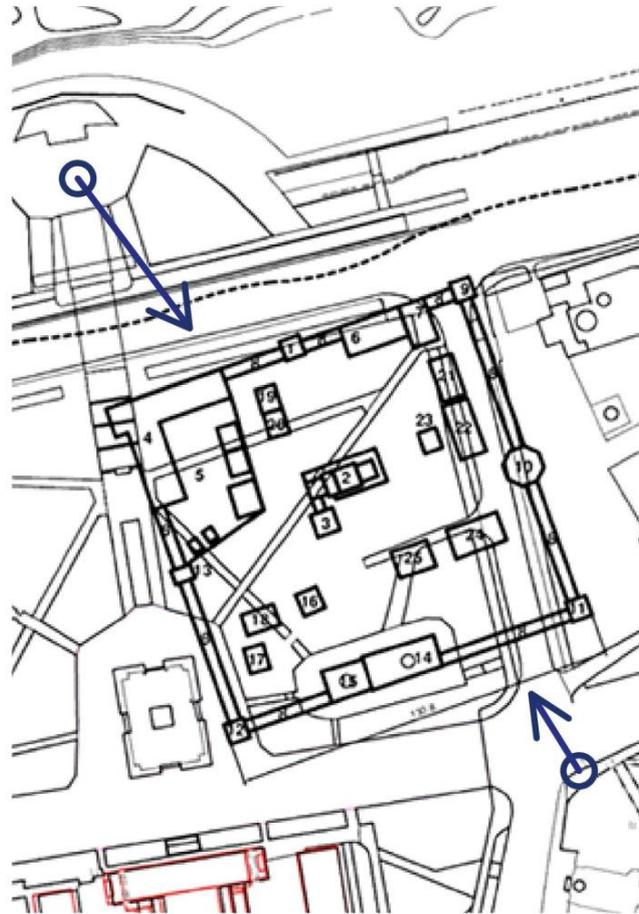


Рис. 5. Выбор видов городского ландшафта. Автор реконструкции Б.П. Яровой
Fig. 5. Selection of types of urban landscape. Author of the reconstruction of B.P. Yarvoi

Перед вторым этапом работ по предварительному макетированию и компьютерному моделированию были изучены все параметры фортификационных и хозяйственных сооружений, все данные, взятые из истори-

ческих источников об Иркутском кремле. Эти данные были соотнесены с аналогами, которые проанализировали в своих исследованиях такие авторы, как В.И. Кочедамов, Н.П. Крадин [13, 14] и другие (рис. 6).

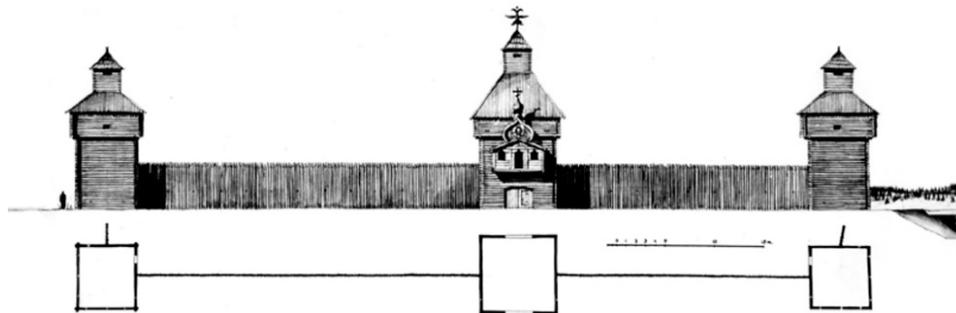


Рис. 6. Западный фасад Илимского острога. Реконструкция В.И. Кочедамова
Fig. 6. The western facade of Ilim prison. Reconstruction of V.I. Kochedamova

За основу модульности первого уровня был взят усредненный диаметр бревна, равный 6 вершкам, что составляет около 27 см. Сажень (а также фигурирующая в документах печатная сажень – эталонная сажень, с печатью) была принята как устоявшаяся к концу XVII – началу XVIII вв. единица измерения, равная: в XVII веке – 2,16 м, в

XVIII веке – 2,13 м (приведенная уже к дюймовой системе). В результате компьютерного моделирования удалось получить виды проекции стен и башен, выполненные в пропорциональных соотношениях (рис. 7). Это послужило отправной точкой для моделирования в трехмерной графике.

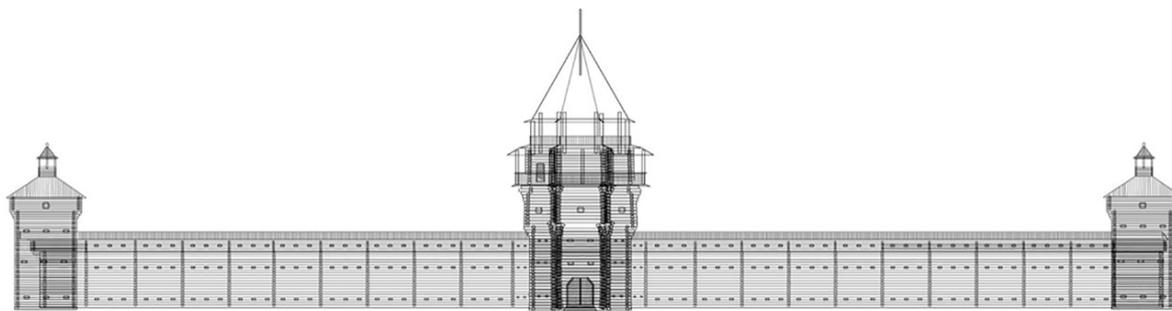


Рис. 7. Восточная стена Иркутского кремля. В центре – проезжая восьмигранная Сергиевская башня.
Автор реконструкции Б.П. Яровой

Fig. 7. The eastern wall of Irkutsk Kremlin. In the center there is the passing octagonal Sergievskaya Tower. Author of the reconstruction of B.P. Yarovoï

На этапе создания плоскостных изображений уже стало понятно, что высоты башен и стен Иркутского кремля были уникальны по своей величине. Это была самая высокая крепость в Приангарье. Если сравнивать с другими регионами, то соперничать по высоте башен с ней мог, пожалуй, только Якутский острог. Несомненно, Иркутский кремль, наряду с окружающими его культовыми зданиями, был архитектурной доминантой. Это

был ансамбль, определявший лицо города, обрамленный могучим водным путем.

Перед моделированием трехмерных изображений автор посчитал необходимым выполнить макет крепости, чтобы «вживую» увидеть объемы. Макет был выполнен в масштабе 1:100. Являясь результатом научного эксперимента, он продолжает службу в экспозиции Музея истории города Иркутска (рис. 8).



Рис. 8. Макет Иркутского кремля в Музее истории города Иркутска. Автор Б.П. Яровой
Fig. 8. The layout of Irkutsk Kremlin in the Museum of the History of the City of Irkutsk. Author B.P. Yarovoï

Предварительные трехмерные модели башен и стен, выполненные в компьютерных программах, были отмасштабированы согласно топооснове и установлены на предполагаемые свои исторические места. Ракурсы для рендеринга были установлены согласно заранее выбранным видам в ландшафте города (рис. 9 и 10). Особенно

эффектно кремль выглядел с севера. Высокие башни северной стены и центральная, Сергиевская проезжая башня восточной стены по высотно-массовым характеристикам являлись центром городского силуэта для взора прибывающих с запада путешественников, служилых людей и местного населения.



Рис. 9. Вид с севера (северо-запада) на фрагмент северной стены Иркутского кремля.

Автор реконструкции Б.П. Яровой

Fig. 9. View from the north (northwest) on a fragment of the northern wall of Irkutsk Kremlin.



Рис. 10. Вид с юга на фрагмент южной стены Иркутского кремля. Автор реконструкции Б.П. Яровой

Fig. 10. View from the south on a fragment of the southern wall of Irkutsk Kremlin.

Author of the reconstruction of B.P. Yarovoi

Заклучение

Все перечисленные этапы работ являются предварительными в том плане, что еще требуют выработки метода работы с данными, уточнений и некоторых новых данных. Тем не менее полученные результаты автор считает вполне удовлетворительными согласно поставленным задачам: в максимальном приближении произведена привязка объекта к современной топооснове. В будущем результаты данной работы могут быть использованы для организации археологических изысканий, реставрационных мероприятий и т.д. Выявлено важное значение кремля как одной из основных архитектурных и градостроительных составляющих организации пространства города Иркутска периода XVII–XVIII вв.

Таким образом, результаты проделанной работы позволяют автору надеяться на дальнейшее продвижение в исследованиях. Предстоит выполнить уточняющие планиграфические, макетные работы и графическое моделирование архитектурно-планировочной структуры Иркутского кремля; соотнести его с аналогичными комплексами сооружений в Приангарье; определить оптимальные алгоритмы исследовательской работы и постараться сформулировать авторские приемы внутри метода; составить представление и сделать выводы о градостроительном значении Иркутского кремля. Очевидно, что к настоящему моменту еще не до конца раскрыта его роль в развитии уличных пространств, даже в работах известных историков [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительство Сибири. Санкт-Петербург: ИД «Коло», 2011. 784 с.
2. Первое столетие Иркутска / изд. В.П. Сукачева. Санкт-Петербург, 1902. 186 с.
3. Полевой Б.П. Забытое описание Иркутского острога 70-х годов 17 в. // Записки Иркутского обл. краеведческого музея: сб. к 300-летию Иркутска. Вып. 2. Иркутск, 1961. С. 36–39.
4. Шободоев Е.Б. Иркутский острог 1731 года // Земля Иркутская. 2001. № 16. С. 9–12.
5. Бубис Н.Г. Возникновение и основные этапы развития города Иркутска // Земля Иркутская. 2001. № 15. С. 2–7.
6. Яровой Б.П. Возвращение к границам Иркутского острога // Земля Иркутская. 2001. № 17. С. 18–20.
7. Яровой Б.П. Еще раз о границах Иркутского острога // Земля Иркутская. 2002. № 2 (19). С. 10–12.
8. Яровой Б.П. Границы Иркутского деревянного острога в 1670 г. // Земля Иркутская. 2010. № 1 (36). С. 18–20.
9. Свяжина Д.А. Первый опорный историко-архитектурный план Иркутска и его автор В.Т. Щербин // Баландинские чтения. 2016. Т. 11. № 1. С. 301–303.
10. Орлова А.О., Юндунов Х.И. Исторические аспекты установления границ города Иркутска // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы всероссийской науч.-практ. конф. (6–7 марта 2020 года, Иркутск). Иркутск, 2020. С. 285–293.
11. Трахтенберг О.Л. Древнейший архитектурнокультурный памятник Иркутска // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2012. Т. 1. С. 39.
12. Лаптев С. К материалам по истории Иркутска (археологические раскопки Иркутского острога в 1928 г.) / публ. и примеч. А.Н. Гаращенко // Земля Иркутская. 2001. № 16. С. 13–17.
13. Кочедамов В.И. Первые русские города Сибири. М.: Стройиздат, 1978. 190 с.
14. Крадин Н.П. Русское деревянное оборонное зодчество. М.: Искусство, 1988. 190 с.
15. Хрунык Е.В. Особенности формирования исторических поселений в Сибири в XVI–XIX вв. // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 9 (104). С. 90–99.
16. Майничева А.Ю. Виртуальные реконструкции Сибирских острогов и городов // Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. 2019. № 3 (35). С. 166–171. (In Russ.) <https://doi.org/10.31554/2222-9175-2019-35-10-166-171>
17. Майничева А.Ю. Проблемы реконструкции Сибирских острогов XVII–XVIII веков [Электронный ресурс] // Три века Саянского острога: история, значение, перспективы: сб. материалов межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Саянского острога (1718–2018) (27 июля 2018 г., Шушенское). Шушенское, 2019. С. 79–83. URL: <http://www.shush.ru/nauka/izd/013.pdf#page=79> (25.11.2020)
18. Горохов С.В. Сведения из путевого дневника И.Г. Гмелина о планиграфии Чаусского острога // Баландинские чтения. 2018. Т. 13 (1). С. 132–136. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2018-10080>
19. Бородовский А.П., Бородовская Е.Л. Проблемы макетирования русских острогов из окрестностей города Новосибирска // Баландинские чтения. 2018. Т. 13 (1). С. 384–393. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2018-10059>

20. Царев В.И., Царев В.В. Реконструкция Красноярского острога 1748 г. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21 (4). С. 35–52. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-4-35-52>

21. Скобелев С.Г. Основные особенности планировки русских острогов Средней Сибири по описаниям Г.Ф. Миллера // Вестник Томского государственного университета. История. 2018. № 54. С. 53–58. <https://doi.org/10.17223/19988613/54/8>

22. Солодкин Я.Г. К предыстории основания первых русских городов и острогов в Сибири // Вестник «Альянс-Архео». 2018. № 24. С. 45–56.

23. Тихонов С.С. Планиграфические особенности сибирских городов конца XVI – начала

XVII века (по материалам «Чертежной книги Сибири» С.У. Ремезова) // Баландинские чтения. 2018. Т. 13 (1). С. 195–198. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2018-10028>

24. Муратова С.Р., Тычинских З.А. Фортификационные особенности пограничных крепостей Урала и Западной Сибири XVIII в. // Проблемы востоковедения. 2017. № 3 (77). С. 33–38.

25. Яровой Б.П. О возможности воссоздания Иркутского Кремля в границах его исторического местоположения // Иркутск: роль города в политической, экономической и культурной жизни России: сб. материалов науч. конф. (Москва, 17–20 мая 2011 г.). Москва, 2011. С. 292–305.

26. Большаков А.Г. Теория архитектурного пространства и архитектурное образование // Архитектура и строительство России. 2019. № 1. С. 80–93.

REFERENCES

1. Urban planning of Siberia. St. Petersburg: Kolo; 2011. 784 p. (In Russ.)

2. The first century of Irkutsk. St. Petersburg, 1902. 186 p. (In Russ.)

3. Polevoi BP. Forgotten description of Irkutsk fort in the 1770s. *Zapiski Irkutskogo obl. Kraevedcheskogo muzeya: sb. k 300-letiyu Irkutskaya*. Vol. 2. Irkutsk, 1961. p. 36–39. (In Russ.)

4. Shobodoev EB. Irkutsk fort in 1731. *Zemlya Irkutskaya*. 2001;16:9–12. (In Russ.)

5. Bubis NG. The emergence and main stages of development of the city of Irkutsk. *Zemlya Irkutskaya*. 2001;15:2–7. (In Russ.)

6. Yarovoi BP. Return to the borders of Irkutsk fort. *Zemlya Irkutskaya*. 2001;17:18–20. (In Russ.)

7. Yarovoi BP. Once again about the borders of Irkutsk fort. *Zemlya Irkutskaya*. 2002;2(19):10–12. (In Russ.)

8. Yarovoi BP. The borders of Irkutsk wooden fort in 1670. *Zemlya Irkutskaya*. 2010;1(36):18–20. (In Russ.)

9. Svyazhina DA. The first historical and architectural key plan of Irkutsk and its author V.T. Shcherbin. *Balandinskie chteniya*. 2016;11(1):301–303. (In Russ.)

10. Orlova AO, Yundunov Khl. Historical aspects of border determination Irkutsk city. *Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK: materialy vserossiiskoi nauch.-prakt. konf. 6–7 March 2020, Irkutsk*. Irkutsk, 2020. p. 285–293. (In Russ.)

11. Trakhtenberg OL. The oldest architectural and cultural monument of Irkutsk. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress*. 2012;1:39. (In Russ.)

12. Laptev S. To the materials on the history of Irkutsk (archaeological excavations of Irkutsk fort in 1928). *Zemlya Irkutskaya*. 2001;16:13–17. (In Russ.)

13. Kochedamov VI. The first Russian cities of Siberia. Moscow: Stroizdat; 1978. 190 p. (In Russ.)

14. Kradin NP. Russian wooden defense architecture. Moscow: Iskusstvo; 1988. 190 p. (In Russ.)

15. Khrunyk EV. Formation features of Siberian historical settlements in XVI–XIX centuries. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2015;9(104):90–99. (In Russ.)

16. Mainicheva AYu. Virtual reconstructions of Siberian forts and towns. *Vestnik Buryatskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk = The Bulletin of the Buryat Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2019;3(35):166–171. (In Russ.) <https://doi.org/10.31554/2222-9175-2019-35-10-166-171>

17. Mainicheva AYu. Problems of reconstruction of the Siberian forts of the 17th–18th centuries. *Three centuries of the Sayan fort: history, meaning, prospects: col. of materials of interregional sci.-practical. conf., dedicated to the 300th anniversary of the Sayan fort (1718–2018)*. 27th July 2018, Shushenskoye. Shushenskoe, 2019. Available from: <http://www.shush.ru/nauka/izd/013.pdf#page=79> [Accessed 25th November 2020]. (In Russ.)

18. Gorokhov SV. Data from IG. Gmelin's itinerary on the Chaussky ostrog planigraphy. *Balandinskie chteniya*. 2018;13(1):132–136. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2018-10080>

19. Borodovskiy AP, Borodovskaya EL. Modeling issues related to the Russian ostrogs near Novosibirsk. *Balandinskie chteniya*. 2018;13(1):384–393.

(In Russ.) <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2018-10059>

20. Tsarev VI, Tsarev VV. Reconstruction of a Krasnoyarsk gaol founded in 1748. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta = Journal of Construction and Architecture*. 2019;21(4):35–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-4-35-52>

21. Skobelev SG. Basic layout types of the Russian forts in middle Siberia on descriptions of G.F. Miller. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istorija = Tomsk State University Journal of History*. 2018;54:53–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.17223/19988613/54/8>

22. Solodkin YaG. To the background of the founding of the first Russian cities and forts in Siberia. *Vestnik "Al'yans-Arkheo"*. 2018;24:45–56. (In Russ.)

23. Tikhonov SS. Planigraphic features of Siberian towns of the late 16th – early 17th centuries (on the materials of by S.U. Remezov). *Balandinskie chteniya*. 2018;13(1):195–198. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2018-10028>

24. Muratova SR, Tychinskikh ZA. Fortification peculiarities of frontier fortresses in the Urals and western Siberia in the 18th century. *Problemy vostokovedeniya = The Problems of Oriental Studies*. 2017;3(77):33–38. (In Russ.)

25. Yarovoï BP. On the possibility of reconstructing Irkutsk Kremlin within the boundaries of its historical location. *Irkutsk: rol' goroda v politicheskoi, ekonomicheskoi i kul'turnoi zhizni Rossii: sb. Materialov nauch. konf. 17–20th May 2011, Moscow*. Moscow, 2011. p. 292–305. (In Russ.)

26. Bolshakov AG. Theory of architectural space and architectural education. *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii = Architecture and Construction of Russia*. 2019;1:80–93. (In Russ.)

Сведения об авторе

Яровой Борис Павлович,
аспирант кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: boris-yarovoï@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1042-2210>

Заявленный вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение, подготовил рукопись к печати.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 21.12.2020.
Одобрена после рецензирования 14.01.2021.
Принята к публикации 19.01.2021.

Information about the author

Boris P. Yarovoï,
post-graduate student of the Department of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: boris-yarovoï@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1042-2210>

Contribution of the author

The author performed the research, made generalization based on the results obtained and prepared the copyright for publication.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by the author.

The article was submitted 21.12.2020.
Approved after reviewing 14.01.2021.
Accepted for publication 19.01.2021.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Мы приглашаем Вас к участию в нашем журнале в качестве авторов, рекламодателей, читателей и сообщаем требования к статьям, принимаемым к публикации.

Журнал «Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость» публикует научные статьи и обзоры российских и зарубежных ученых, в том числе докторантов и аспирантов, содержащие новые результаты научных исследований.

Тематический охват соответствует утвержденной номенклатуре научных специальностей:

из отрасли 05.00.00 Технические науки:

Группа специальностей **05.23.00 Строительство и архитектура (ВАК):**

- 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения
- 05.23.02 Основания и фундаменты, подземные сооружения
- 05.23.03 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение
- 05.23.04 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
- 05.23.05 Строительные материалы и изделия
- 05.23.07 Гидротехническое строительство
- 05.23.08 Технология и организация строительства
- 05.23.11 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей
- 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология
- 05.23.17 Строительная механика
- 05.23.19 Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства
- 05.23.20 Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия
- 05.23.21 Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности
- 05.23.22 Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

из отрасли 08.00.00 Экономические науки:

Специальность **08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация, управление предприятиями, отраслями, комплексами (строительство), управление инновациями, региональная экономика (РИНЦ).**

Представляемая в журнал работа должна быть законченным научным исследованием и содержать новые научные результаты, нигде ранее не публиковавшиеся и не представленные к публикации в других изданиях.

Статьи должны быть выполнены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике. Рукопись, присылаемая в редакцию, должна соответствовать тематике журнала и требованиям редакции к оформлению рукописей.

1. Материалы, представляемые авторами в редакцию:

- Статья в печатном виде и идентичном варианте в электронной форме (с расширением *.doc и *.pdf);
- Иллюстрации к статье (рисунки, графики и т.д.) в электронном виде (в формате jpg);
- Авторское заявление;
- Сопроводительное письмо;
- Договор;
- Экспертное заключение.

2. Рукопись должна быть построена следующим образом:

- **Шифр УДК;**
- **Название статьи;**
- **Информация об авторах:** фамилия, имя, отчество; название учреждения;
- **Реферат (аннотация)** – количество слов – 200;
- **Ключевые слова** – (4–6);
- **Библиографические ссылки** должны быть соответственно оформлены:

1 вариант: Библиографический список – приводится русскоязычный вариант вместе с зарубежными источниками. Оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов». Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

2 вариант: *References* (для зарубежных баз данных) – приводится полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, то они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите.

В статье должны быть ссылки на иностранные источники, изданные не ранее, чем за последние 5 лет, свидетельствующие о том, что автором изучен вклад ученых разных стран в исследование проблемы.

- **Критерии авторства, конфликт интересов;**
- **Сведения об авторах:** фамилия, имя, отчество (полностью); ученая степень, звание и должность; название учреждения, его адрес с индексом; e-mail; ORCID.
- **Название рубрики**, в которой должна быть размещена статья.

3. Рекомендации по набору и оформлению текста

Параметры страницы и абзаца: отступы сверху и снизу – 2 см; слева и справа – 2 см; табуляция – 0,6 см; ориентация – книжная;

Шрифт – Arial, размер – 10, межстрочный интервал – одинарный, перенос слов – автоматический.

При вставке формул использовать *Microsoft Equation 3* при установках: элементы формулы выполняются – курсивом; для греческих букв и символов назначать шрифт Symbol, для остальных элементов – Arial.

Размер символов: обычный – 12 пт, крупный индекс – 7 пт, мелкий индекс – 5 пт, крупный символ – 18 пт, мелкий символ – 12 пт. Все экспликации элементов формул необходимо также выполнять в виде формул.

Рисунки, вставленные в текст, должны быть выполнены с разрешением 300 dpi, B&W – для черно-белых иллюстраций, Grayscale – для полутонов, максимальный размер рисунка с надписью: ширина 170 мм, высота 245 мм. Рисунки должны быть представлены в виде файла с расширением *.BMP, *.TIFF, *.JPG, должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров. Схемы, графики выполняются во встроенной программе MS Word или в MS Excel, с приложением файлов.

Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу *Microsoft Office Excel*. Каждый рисунок вставляется в текст как объект *Microsoft Office Excel*.

Внимание! Публикация статьи является бесплатной.

Статьи направляются в редакцию журнала по электронной почте izv_isn@istu.edu. Рукописи статей и оригиналы всех необходимых документов предоставляются по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, редакционный отдел, ауд. Д-215, Никишиной О.В.

Телефон: (3952) 40-56-11, с.т.: 8 964 656 46 70 – Никишина Ольга Валерьевна, ответственный за выпуск,

(3952) 40-54-92– Герасимова Юлия Александровна, редактор.

**ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ИНВЕСТИЦИИ. СТРОИТЕЛЬСТВО. НЕДВИЖИМОСТЬ**

Научный журнал

12+

№ 1 (36)

Главный редактор В.В. Пешков
Ответственный за выпуск О.В. Никишина
Дизайн и макет издания Е.В. Хохрина
Перевод Томаса Бивитта, О.В. Никишиной
Верстка О.В. Никишиной
Редактор Ю.А. Герасимова

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство ПИ № ФС77-62787 от 18 августа 2015 г.

Выход в свет 31.03.2021. Формат 60 x 90 / 8. Бумага
офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 26,75. Тираж
500 экз. Зак. 68а. Поз. плана 6н.

Издание распространяется бесплатно

Иркутский национальный исследовательский технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Отпечатано в типографии Издательства
ФГБОУ ВО "Иркутский национальный исследовательский технический университет"
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83



ВЫСШАЯ
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)
Министерства образования и науки Российской Федерации

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



OPEN ACCESS



INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

Google Scholar

